

JPAB

CLIPPEDIMAGE= JP405313753A

PAT-NO: JP405313753A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05313753 A

TITLE: MOTION CONTROL SYSTEM, MOTION OBJECT, VEHICLE, ELEVATOR, RAILWAY

VEHICLE, MAGNETIC FLOATING VEHICLE, STAGE, BUILDING DAMPING SYSTEM, ROBOT ARM,

AIRPLANE, OSCILLATING BASE, MOTION SIMULATOR, CONTROLLER

PUBN-DATE: November 26, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YAMAKADO, MAKOTO

KADOMUKAI, YUUZOU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP05026493 ✓

APPL-DATE: February 16, 1993

INT-CL (IPC): G05D003/12; G01P015/11 ; G01P015/13 ; G06F015/20 ; B66B001/30

US-CL-CURRENT: 318/580

ABSTRACT:

PURPOSE: To control the motion of an object with a high precision by detecting the differential acceleration as the differential value of the acceleration of the object and using its information.

CONSTITUTION: The system consists of a differential acceleration detector 51 which is fixed to an object 50 and detects the differential acceleration of the object 50, a controller 52 which controls the motion of the object 50, and an actuator 53 which generates a force acting on the object. The controller 52 uses the actuator 53 to control the motion of the object 50 in accordance with differential acceleration information detected by the differential acceleration detector 51. Differential acceleration information as a new physical quantity reflecting the motion state of the object is added to the control using conventional position, speed, and acceleration information, and thereby, the control effect is improved furthermore to actively change the

mass in the speed
control and to actively change the damping in the acceleration
control.

COPYRIGHT: (C)1993, JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-313753

(43)公開日 平成5年(1993)11月26日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 5 D 3/12

G 0 1 P 15/11

15/13

G 0 6 F 15/20

// B 6 6 B 1/30

識別記号

3 0 6 Z

庁内整理番号

9179-3H

F I

技術表示箇所

D 7218-5L

Z

審査請求 未請求 請求項の数60(全 52 頁)

(21)出願番号 特願平5-26493

(22)出願日 平成5年(1993)2月16日

(31)優先権主張番号 特願平4-29158

(32)優先日 平4(1992)2月17日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 山門 誠

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72)発明者 門向 裕三

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

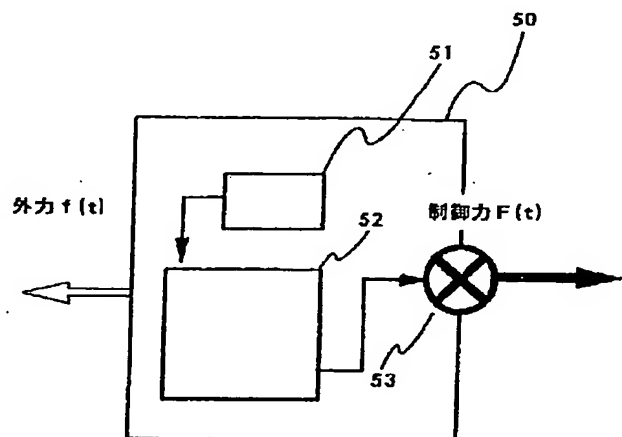
(54)【発明の名称】 加々速度検出手段を有する運動制御システム、運動物体、車両、エレベータ、鉄道車両、磁気浮上車両、ステージ、ビル制振システム、ロボットアーム、航空機、振動台、運動シミュレータ、

(57)【要約】 加々速度情報を用いた運動制御システムの全体構成を示す図(図1)

【目的】 物体の加速度の微分値である加々速度を検出し、その情報を利用して物体の高精度の運動制御を可能とする。

【構成】 物体50に固定され、物体50の加々速度を検出する加々速度検出装置51と、物体50の運動を制御するコントローラ52と、物体に作用する力を発生するアクチュエータ53で構成されている。コントローラ52は、加々速度検出装置51により検出された加々速度情報に従って、アクチュエータ53を用いて、物体50の運動を制御する。

【効果】 従来までの位置、速度、加速度情報を用いた制御に加え、物体の運動状態を反映した新たな物理量である加々速度情報を加えることにより速度制御においては、能動的に質量を変化させ、加速度制御においては能動的にダンピングを変化させる等、制御効果が一段と向上できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも物体の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、該物体の運動を制御するコントローラを備え、前記加々速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、該コントローラにより前記物体の運動を制御することを特徴とする運動制御システム。

【請求項2】少なくとも物体の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、該物体の運動を制御するためのコントローラを備え、前記加々速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、該加々速度に基づいてコントローラにより前記物体の位置制御を行うことを特徴とする運動制御システム。

【請求項3】少なくとも物体の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、該物体の運動を制御するためのコントローラを備え、前記加々速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、該加々速度に基づいてコントローラにより前記物体の速度制御を行うことを特徴とする運動制御システム。

【請求項4】少なくとも物体の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、該物体の運動を制御するためのコントローラを備え、前記加々速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、該加々速度に基づいてコントローラにより前記物体の加速度制御を行うことを特徴とする運動制御システム。

【請求項5】少なくとも運動物体の動きに対応した運動物体の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、該加々速度検出手段からの出力を入力し前記運動物体を制御するための制御信号を生成するコントローラを備え、ことを特徴とする運動物体。

【請求項6】少なくとも運動物体の動きに対応した運動物体の加速度と加々速度を検出するための検出手段と、該検出手段からの出力を入力し前記運動物体を制御するための制御信号を生成するコントローラを備え、ことを特徴とする運動物体。

【請求項7】前記加々速度検出手段が加速度センサと加速度センサ出力微分手段である請求項5に記載の運動物体。

【請求項8】前記加速度センサ出力微分手段が、アナログ電気回路である請求項7に記載の運動物体。

【請求項9】前記加速度センサ出力微分手段が、デジタル微分装置である請求項7に記載の運動物体。

【請求項10】運動物体の動きを検出し、該運動物体の動きに対応した加速度の微分値を導きだし、該加速度の微分値に対応した制御信号を生成し、該制御信号により前記運動物体を制御することを特徴とする運動物体の制御方法。

【請求項11】車両、飛行物体などの運動を模擬した運動シミュレータにおいて、該運動シミュレータの可動部分の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段と、運動シミュレータの可動部分の運動を制御する

コントローラを備え、該加々速度検出手段からの出力を該コントローラに入力し、該コントローラにより運動シミュレータの可動部分の運動を制御することを特徴とする運動シミュレータ。

【請求項12】制御対象物体の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該加々速度に基づいて制御性能評価関数を計算して該計算結果を出力し制御対象物体の制御性能を評価することを特徴とする運動評価装置。

【請求項13】制御対象物体の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該加々速度に基づいて評価関数を計算して該計算結果を出力し制御対象物体の運動を評価することを特徴とする運動評価装置。

【請求項14】制御対象物体の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該加々速度に基づいて乗り心地評価関数を計算して該計算結果を出力し制御対象物体の乗り心地を評価することを特徴とする運動評価装置。

【請求項15】ビルの少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該加々速度に基づいてビルの運動を計算して該計算結果を出力しビルの運動を評価することを特徴とする運動評価装置。

【請求項16】前記運動が振動である請求項15に記載の運動評価装置。

【請求項17】運動シミュレータの可動部分の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該加々速度に基づいて運動シミュレータの可動部分の振動を計算して該計算結果を出力し、運動シミュレータの可動部分の振動を評価することを特徴とする運動評価装置。

【請求項18】前記運動評価装置が加速度検出手段を備え、該加速度および加々速度を検出する検出手段が少なくとも1自由度を有するものであって、i番目の観測点において観測された加速度の大きさ、加々速度の大きさをそれぞれ G_i 、 J_i 、重み付け定数を a_i 、 b_i としたとき、前記評価関数が、 $\Psi_i = (a_i \cdot |G_i| + b_i \cdot |J_i|)$ の和で定義されている請求項12から16のいずれかに記載の運動評価装置。

【請求項19】操舵装置と、該操舵装置の操舵角を検出する手段と、少なくとも車体横方向の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、前記操舵装置を制御するためのコントローラを備え、前記操舵角を検出する手段と加々速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、前記コントローラにより制御信号を生成して前記操舵装置を制御することを特徴とする車両。

【請求項20】原動機と、該原動機の出力を検出する手段と、少なくとも車体前後方向の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、前記原動機を制御するコントローラを備え、前記原動機の出力を検出する手段と加々

速度検出手段からの出力をコントローラに入力し、前記コントローラにより制御信号を生成して前記原動機の出力を制御することを特徴とする車両。

【請求項21】車輪制動装置と、車輪制動力を検出する手段と、少なくとも車体前後方向の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、前記車輪制動装置を制御するコントローラを備え、該車輪制動力を検出する手段と加々速度検出手段からの出力をコントローラに入力し、前記コントローラにより制御信号を生成して車輪制動装置を制御することを特徴とする車両。

【請求項22】車体懸架装置と、車体懸架状態を検出する手段と、少なくとも車体前後方向、車体横方向、車体上下方向のいずれかの加々速度を検出するための加々速度検出手段と、前記車体懸架装置を制御するコントローラを備え、前記加々速度検出手段により検出された加々速度情報をコントローラに入力し、該加々速度情報に基づいて、前記コントローラにより制御信号を生成して前記車体懸架装置を制御することを特徴とする車両。

【請求項23】エンジン懸架装置と、エンジン懸架状態を検出する手段と、少なくとも車体上下方向、ロール方向のいずれかの加々速度を検出するための加々速度検出手段と、前記懸架装置を制御するコントローラを備え、前記加々速度検出手段により検出された加々速度情報をコントローラに入力し、該加々速度情報に基づいて、前記コントローラにより制御信号を生成して前記エンジン懸架装置を制御することを特徴とする車両。

【請求項24】エンジンと、少なくとも該エンジンのロール方向の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、エンジンのコントローラを備え、前記加々速度検出手段からの加々速度情報を前記コントローラに入力し、該加々速度情報に基づいて前記エンジンの失火を検出することを特徴とする車両。

【請求項25】前記車体が加速度を検出するための加速度検出手段を備えるものであって、加速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、加々速度情報および加速度情報により該コントローラにより制御信号を生成する請求項19から24のいずれかに記載の車両。

【請求項26】前記車体が加速度を検出するための加速度検出手段を備えるものであって、加速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、加々速度情報および加速度情報により乗り心地評価関数を求め、該乗り心地評価関数に基づいてコントローラにより制御信号を生成する請求項19から24のいずれかに記載の車両。

【請求項27】前記加速度および加々速度を検出する検出手段が少なくとも1自由度を有するものであって、 i 番目の観測点における車体加速度の大きさ、車体加々速度の大きさをそれぞれ G_i 、 J_i 、重み付け定数を c_i 、 d_i としたとき、前記乗り心地評価関数が、 $\Psi_i = (c_i \cdot |G_i| + d_i \cdot |J_i|)$ の和で定義されている請求項26に記載の車両。

【請求項28】前記加速度および加々速度を検出する検出手段が少なくとも1自由度を有するものであって、 i 番目の観測点におけるエンジンのロール方向の加速度の大きさ、エンジンのロール方向の加々速度の大きさをそれぞれ G_i 、 J_i 、重み付け定数を e_i 、 f_i としたとき、前記乗り心地評価関数が、 $\Psi_i = (e_i \cdot |G_i| + f_i \cdot |J_i|)$ の和で定義されている請求項26に記載の車両。

【請求項29】人あるいは物が乗り降りするかごと、該かごをつり上げかつ下げるためのワイヤと、該ワイヤを巻き上げかつ巻き下げるためのモータと、該モータを制御するためのコントローラと、前記かごに取付けられ該かごの加々速度を検出するための加々速度検出手段とを備え、該かご加々速度検出手段により検出された加々速度情報を前記コントローラに入力し、該加々速度情報に基づいて前記コントローラにより前記モータを制御することを特徴とするエレベータ。

【請求項30】前記かごがかごの加速度を検出するための加速度検出手段を備えるものであって、加速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、該加速度および加々速度情報に基づいて前記コントローラにより前記モータを制御する請求項29に記載のエレベータ。

【請求項31】前記コントローラが前記加速度および加々速度情報により乗り心地評価関数を求めるものであって、該乗り心地評価関数に基づいて前記コントローラにより前記モータを制御する請求項30に記載のエレベータ。

【請求項32】前記かごがかごの速度を検出するための速度検出手段を備えるものである請求項30又は31に記載のエレベータ。

【請求項33】人あるいは物が乗り降りするかごと、該かごをつり上げかつ下げるためのワイヤと、該ワイヤを巻き上げかつ巻き下げるためのモータと、該モータを制御するためのコントローラと、該モータの回転速度、回転加速度および回転加々速度を検出するためのモータ回転速度検出手段、モータ回転加速度検出手段とモータ回転加々速度検出手段を備え、該モータ回転速度検出手段により検出されたモータ回転速度情報と該モータ回転加速度検出手段により検出されたモータ回転加速度情報および該モータ回転加々速度検出手段により検出されたモータ回転加々速度情報を該コントローラに入力し、該モータ回転速度、モータ回転加速度およびモータ回転加々速度情報により乗り心地評価関数を求め、該評価関数に基づいて前記コントローラにより前記モータを制御することを特徴とするエレベータ。

【請求項34】前記加速度および加々速度を検出する検出手段が少なくとも1自由度を有するものであって、 i 番目の観測点におけるエレベータ加速度の大きさ、エレベータ加々速度の大きさをそれぞれ G_i 、 J_i 、重み付け定数を c_i 、 d_i としたとき、前記乗り心地評価関数

が、 $\Psi_i = (c_i \cdot |G_i| + d_i \cdot |J_i|)$ の和で定義されている請求項31に記載のエレベータ。

【請求項35】前記速度、加速度および加々速度を検出する検出手段が少なくとも1自由度を有するものであって、 i 番目の観測点におけるかごの速度の大きさ、かごの加速度の大きさ、かごの加々速度の大きさをそれぞれ V_i 、 G_i 、 J_i 、重み付け定数を j 、 k 、 l としたとき、 $\Psi_i = (j \cdot |V_i| + k \cdot |G_i| + l \cdot |J_i|)$ の和で定義されている請求項32に記載のエレベータ。

【請求項36】前記乗り心地評価関数が、モータの回転速度を V_m 、モータの回転加速度の大きさを G_m 、モータの回転加々速度の大きさを J_m 、重み付け定数を l 、 m 、 n としたとき、 $\Psi = (l \cdot |V_m| + m \cdot |G_m| + n \cdot |J_m|)$ で定義されている請求項33に記載のエレベータ。

【請求項37】枕バネアクチュエータを備えた台車の上に車体が設けられ、該台車が車輪軸を支持する軸バネアクチュエータを介して車輪により支持されるものであって、車体の配置された複数の加々速度検出手段と、該加々速度検出手段からの出力を入力し前記枕バネアクチュエータおよび軸バネアクチュエータを制御するための制御信号を生成するコントローラを備えたことを特徴とする鉄道車両。

【請求項38】車体と、浮上用地上コイルと、車上の超電導磁石と、前記車体に具備された複数の加々速度検出手段と、該加々速度検出手段からの出力を入力し前記超電導磁石の磁力を制御するための制御信号を生成するコントローラを備えたことを特徴とする磁気浮上車両。

【請求項39】リニアアクチュエータによって駆動される少なくとも1つのステージと、リニアアクチュエータに具備された変位検出器と、前記ステージに取り付けられた加々速度検出手段と、前記変位検出器と加々速度検出手段との出力を入力し予め入力されている位置の目標値に位置決めするための制御信号を生成するコントローラを備えたことを特徴とするステージ。

【請求項40】回転位置検出手段を具備した関節駆動用モータにより駆動されるマニピュレータと、該マニピュレータの手先に取り付けられた複数の加々速度検出手段と、前記回転位置検出手段と加々速度検出手段との出力を入力し位置決めを行うための制御信号を生成するコントローラを備えたことを特徴とするロボットアーム。

【請求項41】機体もしくは主翼に加々速度検出手段を備え、該加々速度検出手段の出力をコントローラに入力し、該コントローラにより水平カナード、フラップロン、垂直カナード、水平スタビライザ、垂直スタビライザあるいはエンジンの出力を制御することを特徴とする航空機。

【請求項42】X軸およびY軸に設けられ変位検出器が具備された油圧アクチュエータにより駆動される振動台

と、該振動台にX軸およびY軸方向に設けられた加々速度検出手段と、前記変位検出器と加々速度検出手段との出力を入力し、地震加速度、地震加々速度あるいは変位の目標値に追従させるように制御する制御信号を生成するコントローラを備えたことを特徴とする振動台。

【請求項43】運動物体の動きを検出するための第1の手段と、該運動物体の動きに対応した加速度の微分値を検出するための第2の手段と、該微分値に対応した制御信号を発生する第3の手段を備え、該制御信号により前記運動物体を制御することを特徴とする運動物体を制御するためのコントローラ。

【請求項44】前記第2の手段が前記物体の動きから直接運動物体の動きに対応した加速度の微分値を検出する請求項43に記載のコントローラ。

【請求項45】前記第2の手段が前記加速度の微分を行う手段を備えるものであって、該微分手段により前記運動物体の動きに対応した加速度の微分値を検出する請求項43に記載のコントローラ。

【請求項46】前記第1の手段が第1の部材と、該第1の部材に対して可動である第2の部材と、前記第1の部材に固定され磁束を発生させるための磁石と、該磁石の磁束中であって前記第2の部材に固定された少なくとも1つのコイルと、前記第1の部材に対する第2の部材の動きを検出し前記磁束により前記コイルと磁石との間で前記第1の部材に対し第2の部材の運動を妨害するように力を発生させるための電流を流すための手段を備えた請求項43に記載のコントローラ。

【請求項47】前記第2の手段が、前記電流により前記コイル間の電圧を検出する手段を備え、該電圧が前記加速度の微分値に対応している請求項43に記載のコントローラ。

【請求項48】第1の部材に相対的な第2の部材の動きを検出する前記手段が、第1の部材、第2の部材のそれぞれに取り付けられた静電容量板と、該静電容量板間の静電容量の変化を検出するものである請求項46に記載のコントローラ。

【請求項49】運動物体の動きを検出するための第1の手段と、該運動物体の動きに対応した加速度を示す第1の値と加速度の微分値に対応した第2の値を検出するための第2の手段と、該第1の値と第2の値に対応した制御信号を発生する第3の手段を備え、該制御信号により前記運動物体を制御することを特徴とする運動物体を制御するためのコントローラ。

【請求項50】物体の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該物体の運動を制御することを特徴とするコントローラ。

【請求項51】第1の部材と、該第1の部材に対して相対的に可動である第2の部材と、前記第1の部材に固定され磁束を発生させるための磁石と、該磁石の磁束中であって前記第2の部材に固定された少なくとも1つのコ

7

イルと、前記第1の部材に対する第2の部材の動きを検出し前記磁束により前記コイルと磁石との間で前記第1の部材に対し第2の部材の運動を妨害するように力を発生させるための電流を流すための手段と、該電流により前記コイル間に発生する加速度の微分値に対応する電圧を検出する手段とを備えたことを特徴とするセンサ。

【請求項52】第1の部材に相対的な第2の部材の動きを検出する前記手段が、第1の部材、第2の部材のそれぞれに取り付けられた静電容量板と、第1の部材に対する第2の部材の動きによる前記静電容量板間の静電容量の変化を検出するものである請求項51に記載のセンサ。

【請求項53】加速度に応じて変位可能な可動部材と、電気回路と磁気回路で構成され前記可動部材に作用する電磁力を発生する電磁力発生手段と、前記電磁力を制御する電磁力制御手段と、前記可動部材の基準位置からの変位を検出する変位検出手段と、前記電磁力発生手段の電気回路に発生する誘導起電力を検出する誘導起電力検出手段とを有し、前記変位検出手段により検出される前記可動部材の変位が零になるように前記可動部材に作用する電磁力を前記電磁力制御手段により制御するものであって、前記誘導起電力検出手段により検出される前記電磁力発生手段の電気回路に生じる誘導起電力から前記可動部材に作用する加速度の時間的変化に比例した物理量を検出することを特徴とする加々速度センサ。

【請求項54】前記電磁力発生手段の電気回路に流れる電流を検出する電流検出手段を備えるものであって、前記誘導起電力検出手段により検出される前記電磁力発生手段の電気回路に生じる誘導起電力から前記可動部材に作用する加速度の時間的変化に比例した物理量を検出するとともに、前記電流検出手段により検出される前記電磁力発生手段の電気回路に流れる電流から前記可動部材に作用する加速度に比例した物理量を検出する請求項53に記載の加々速度センサ。

【請求項55】コイルを具備し加速度に応じて変位する可動部材と、前記コイルに流した電流により前記可動部材のコイルに力を発生するような位置に固定された磁石と、前記可動部材の基準位置からの変位を検出する変位検出手段と、前記コイルに流れる電流を制御する電流制御手段と、前記コイルに電流を流すことにより前記コイルの両端に生じる誘導起電力を検出する誘導起電力検出手段とを有し、前記変位検出手段により検出される前記可動部材の変位が零になるように前記コイルに流れる電流を前記電流制御手段により制御するものであって、前記誘導起電力検出手段により検出される前記コイルの両端に生じる誘導起電力から前記可動部材に作用する加速度の時間的変化に比例した物理量を検出することを特徴とする加々速度センサ。

【請求項56】加速度に応じて変位する磁石を具備した可動部材と、流した電流により前記可動部材の磁石に力

8

を発生するような位置に固定されたコイルと、前記可動部材の基準位置からの変位を検出する変位検出手段と、前記コイルに流れる電流を制御する電流制御手段と、前記コイルに電流を流すことにより前記コイルの両端に生じる誘導起電力を検出する誘導起電力検出手段とを有し、前記変位検出手段により検出される前記可動部材の変位が零になるように前記コイルに流れる電流を前記電流制御手段により制御するものであって、前記誘導起電力検出手段により検出される前記コイルの両端に生じる誘導起電力から前記可動部材に作用する加速度の時間的変化に比例した物理量を検出することを特徴とする加々速度センサ。

【請求項57】前記コイルに流れる電流を検出するコイル電流検出手段を備えるものであって、前記誘導起電力検出手段により検出される前記コイルの両端に生じる誘導起電力から前記可動部材に作用する加速度の時間的変化に比例した物理量を検出するとともに、前記コイル電流検出手段により検出される前記コイルに流れる電流から前記可動部材に作用する加速度に比例した物理量を検出する請求項55又は56に記載の加々速度センサ。

【請求項58】多軸方向の加速度に応じて多軸方向の変位可能な可動部材と、電気回路と磁気回路で構成され前記可動部材に多軸方向に作用する電磁力を発生する多軸方向の電磁力発生手段と、前記多軸方向の電磁力を制御する多軸方向の電磁力制御手段と、前記可動部材の基準位置からの多軸方向の変位を検出する多軸方向の変位検出手段と、前記多軸方向の電磁力発生手段の各電気回路に発生する各誘導起電力を検出する誘導起電力検出手段とを有し、前記多軸方向の変位検出手段により検出される前記可動部材の多軸方向の変位が零になるように、前記可動部材に作用する多軸方向の電磁力を前記多軸方向の電磁力制御手段により制御するものであって、前記各誘導起電力検出手段により検出される前記多軸方向の電磁力発生手段の各電気回路に生じる各誘導起電力から前記可動部材に作用する多軸方向の加速度の変化に比例した物理量を検出することを特徴とする加々速度センサ。

【請求項59】前記可動部材が角加速度に応じて角変位するものである請求項53から58のいずれかに記載の加々速度センサ。

【請求項60】ビルのフロアに設置された油圧アクチュエータと、該油圧アクチュエータに具備されビルに対して相対運動するアクティブマスと、前記ビルのフロアに設置された加々速度検出手段と、前記油圧アクチュエータを制御するためのコントローラを備え、前記加々速度検出手段の出力を前記コントローラに入力し、該コントローラにより前記ビルの振動が小さくなるように前記油圧アクチュエータを制御することを特徴とするビル制振システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、運動体の加速度の微分値即ち、加々速度情報を用いて物体の運動を制御する運動制御システム、車両、エレベータ、鉄道車両、磁気浮上車両、地震シミュレータ、ステージ、ビル制振システム、ロボットアーム、航空機及び、コントローラ、そしてこれらのシステムの運動を評価する運動評価装置および加々速度を検出するセンサの構造、角加速度を検出するセンサおよび運動物体の制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】物体の運動を記述する物理量として、通常、位置、速度（あるいは角速度）、加速度（あるいは角加速度）の諸量を挙げることができる。そして各々の物理量に対し、それを検出するセンサが考案され、実用されている。ところで人間は、位置と速度については、視覚により知的に検出するのみであり、体感として感覚的に検出できるのは、加速度、及びそれより高次の物理量である。例えば、自動車、鉄道車両あるいは、エレベータ等の移動体に搭乗している際には、加速あるいは、減速したときにその状態変化を体感的に意識することができる。

【0003】ここで「自動車用加速度センサの開発（日産技報第23号、昭62-12）」などの文献によれば、人間は加速度よりさらにその微分値である加々速度に敏感に反応することが知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】この事実は、人間が感じる快、不快の感覚に加々速度が深く関与しているのを示すものである。従って自動車や鉄道車両、エレベータといった運動を伴う乗り物をより快適に制御していくためには、この加速度のみならず、その微分値である加々速度の情報を検出し、その情報を用いて制御することが必要となる。

【0005】また、人間が自分自身の運動を制御している際に、これらの加々速度情報を利用していると考えるのが自然であり、これを物体の各種運動制御に置き換えてみると、物体の高精度の運動制御を達成するためには、その物体の加々速度情報を用いた制御が必要となる。

【0006】また、自動車運転時を想定してみると、路面状況の急変により不意の車両の挙動変化発生時には運転者は、これを加速度の変化、即ち加々速度として感じることができ、熟練運転者であれば、運転操作により車両の挙動変化を低減したりすることが可能である。このことは、一般の運転者が運転した場合にも熟練運転者並の運転が可能である車両を実現するためには、車両の加々速度情報を検出し、その情報を用いて車両運動を制御することが必要となる。

【0007】また、以上の各種、加々速度情報を用いた制御に加え、従来の位置、速度、加速度情報による制御を併用する制御でも、現在よりも飛躍的な制御効果の向

上を図ることができる。

【0008】ところで、加々速度情報は、種々実用化されている加速度センサの出力を微分フィルタ回路回路を通過させることにより得ることができる。しかも、上述のような理由で必要となる、加速度、加々速度の同時検出も可能である。

【0009】しかし、高周波域の加々速度を得ようとする場合には、ノイズ、位相の遅れが問題となってしまう場合もある。従って、低周波域の加々速度情報が必要なときは、加速度センサと微分回路を用い、高周波、あるいは、高精度の加々速度情報が必要なときは、他の検出方法が必要となる。また、加々速度のみではなく、加速度も同時に検出できることが望ましい。

【0010】本発明の第1の目的は、運動性能を向上させ、高機能の運動制御性を有する運動制御システム、車両等を提供することにある。

【0011】本発明の第2の目的は、過度の挙動変化を防止できる車両を提供することにある。

【0012】本発明の第3の目的は、乗り心地のよい車両、エレベータ等を提供することにある。

【0013】本発明の第4の目的は、振動低減効果の大きい車両、磁気浮上列車、ビル制振システムを提供することにある。

【0014】本発明の第5の目的は、脱線しにくい鉄道車両振動台を提供することにある。

【0015】本発明の第6の目的は、振動加速度等を忠実に再現でき、応答性のよい振動台、地震シミュレータを提供することにある。

【0016】本発明の第7の目的は、位置決め精度のよいステージ、ロボットアームを提供することにある。

【0017】本発明の第8の目的は、運動制御性を評価できる装置を提供することにある。

【0018】本発明の第9の目的は、少なくとも加々速度情報を用いて、高精度の運動制御を達成するコントローラを提供することにある。

【0019】本発明の第10の目的は、加々速度を直接検出できるセンサを提供することである。

【0020】本発明の第11の目的は、少なくとも加速度と加々速度を同時に検出できるセンサを提供することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するために本発明の運動制御システムは、少なくとも物体の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、該物体の運動を制御するコントローラを備え、前記加々速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、該コントローラにより前記物体の運動を制御することの特徴とするものである。

【0022】又、少なくとも物体の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、該物体の運動を制御するた

めのコントローラを備え、前記加々速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、該加々速度に基づいてコントローラにより前記物体の位置制御を行うことを特徴とするものである。

【0023】又、少なくとも物体の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、該物体の運動を制御するためのコントローラを備え、前記加々速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、該加々速度に基づいてコントローラにより前記物体の速度制御を行うことを特徴とするものである。

【0024】また、少なくとも物体の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、該物体の運動を制御するためのコントローラを備え、前記加々速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、該加々速度に基づいてコントローラにより前記物体の加速度制御を行うことを特徴とするものである。

【0025】又、本発明の運動物体は、少なくとも運動物体の動きに対応した運動物体の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、該加々速度検出手段からの出力を入力し前記運動物体を制御するための制御信号を生成するコントローラを備えことを特徴とするものである。

【0026】又、少なくとも運動物体の動きに対応した運動物体の加速度と加々速度を検出するための検出手段と、該検出手段からの出力を入力し前記運動物体を制御するための制御信号を生成するコントローラを備えことを特徴とするものである。

【0027】また、前記加々速度検出手段が加速度センサと加速度センサ出力微分手段であるものである。又、前記加速度センサ出力微分手段が、アナログ電気回路であるものである。又、前記加速度センサ出力微分手段が、デジタル微分装置であるものである。

【0028】又、本発明の運動物体の制御方法は、運動物体の動きを検出し、該運動物体の動きに対応した加速度の微分値を導きだし、該加速度の微分値に対応した制御信号を生成し、該制御信号により前記運動物体を制御することを特徴とするものである。

【0029】又、本発明の航空機は、機体もしくは主翼に加々速度検出手段を備え、該加々速度検出手段の出力をコントローラに入力し、該コントローラにより水平カナード、フラップロン、垂直カナード、水平スタビライザ、垂直スタビライザあるいはエンジンの出力を制御することを特徴とするものである。

【0030】上記第2の目的を達成するために本発明の車両は、操舵装置と、該操舵装置の操舵角を検出する手段と、少なくとも車体横方向の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、前記操舵装置を制御するためのコントローラを備え、前記操舵角を検出する手段と加々速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、前記コントローラにより制御信号を生成して前記操舵装

置を制御することを特徴とするものである。

【0031】又、原動機と、該原動機の出力を検出する手段と、少なくとも車体前後方向の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、前記原動機を制御するコントローラを備え、前記原動機の出力を検出する手段と加々速度検出手段からの出力をコントローラに入力し、前記コントローラにより制御信号を生成して前記原動機の出力を制御することを特徴とするものである。

【0032】又、車輪制動装置と、車輪制動力を検出する手段と、少なくとも車体前後方向の加々速度を検出するための加々速度検出手段と、前記車輪制動装置を制御するコントローラを備え、該車輪制動力を検出する手段と加々速度検出手段からの出力をコントローラに入力し、前記コントローラにより制御信号を生成して車輪制動装置を制御することを特徴とするものである。

【0033】又、車体懸架装置と、車体懸架状態を検出する手段と、少なくとも車体前後方向、車体横方向、車体上下方向のいずれかの加々速度を検出するための加々速度検出手段と、前記車体懸架装置を制御するコントローラを備え、前記加々速度検出手段により検出された加々速度情報をコントローラに入力し、該加々速度情報に基づいて、前記コントローラにより制御信号を生成して前記車体懸架装置を制御することを特徴とするものである。

【0034】又、エンジン懸架装置と、エンジン懸架状態を検出する手段と、少なくとも車体上下方向、ロール方向のいずれかの加々速度を検出するための加々速度検出手段と、前記懸架装置を制御するコントローラを備え、前記加々速度検出手段により検出された加々速度情報をコントローラに入力し、該加々速度情報に基づいて、前記コントローラにより制御信号を生成して前記エンジン懸架装置を制御することを特徴とするものである。

【0035】又、前記車体が加速度を検出するための加速度検出手段を備えるものであって、加速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、加々速度情報および加速度情報により該コントローラにより制御信号を生成するものである。

【0036】上記第3の目的を達成するために本発明の車両は、前記車体が加速度を検出するための加速度検出手段を備えるものであって、加速度検出手段からの出力を前記コントローラに入力し、加々速度情報および加速度情報により乗り心地評価関数を求め、該乗り心地評価関数に基づいてコントローラにより制御信号を生成するものである。

【0037】又、前記加速度および加々速度を検出する検出手段が少なくとも1自由度を有するものであって、 i 番目の観測点における車体加速度の大きさ、車体加々速度の大きさをそれぞれ G_i 、 J_i 、重み付け定数を c_i 、 d_i としたとき、前記乗り心地評価関数が、 $\Psi_i =$

度検出手段と、前記変位検出器と加々速度検出手段との出力を入力し、地震加速度、地震加々速度あるいは変位の目標値に追従させるように制御する制御信号を生成するコントローラを備えたことを特徴とするものである。

【0051】又、本発明の運動シミュレータは、車両、飛行物体などの運動を模擬した運動シミュレータにおいて、該運動シミュレータの可動部分の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段と、運動シミュレータの可動部分の運動を制御するコントローラを備え、該加々速度検出手段からの出力を該コントローラに入力し、該コントローラにより運動シミュレータの可動部分の運動を制御することを特徴とする。

【0052】上記第7の目的を達成するために、本発明のステージは、リニアアクチュエータによって駆動される少なくとも1つのステージと、リニアアクチュエータに具備された変位検出器と、前記ステージに取り付けられた加々速度検出手段と、前記変位検出器と加々速度検出手段との出力を入力し予め入力されている位置の目標値に位置決めするための制御信号を生成するコントローラを備えたことを特徴とするものである。

【0053】又、本発明のロボットアームは、回転位置検出手段を具備した関節駆動用モータにより駆動されるマニピュレータと、該マニピュレータの手先に取り付けられた複数の加々速度検出手段と、前記回転位置検出手段と加々速度検出手段との出力を入力し位置決めを行うための制御信号を生成するコントローラを備えたことを特徴とするものである。

【0054】上記第8の目的を達成するために、本発明の運動評価装置は、制御対象物体の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該加々速度に基づいて制御性能評価関数を計算して該計算結果を出力し制御対象物体の制御性能を評価することを特徴とするものである。

【0055】又、制御対象物体の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該加々速度に基づいて評価関数を計算して該計算結果を出力し制御対象物体の運動を評価することを特徴とするものである。

【0056】又、制御対象物体の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該加々速度に基づいて乗り心地評価関数を計算して該計算結果を出力し制御対象物体の乗り心地を評価することを特徴とするものである。

【0057】又、ビルの少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該加々速度に基づいてビルの運動を計算して該計算結果を出力しビルの運動を評価することを特徴とするものである。又、前記運動が振動であるものである。

【0058】又、運動シミュレータの可動部分の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力

を入力し、該加々速度に基づいて運動シミュレータの可動部分の振動を計算して該計算結果を出力し、運動シミュレータの可動部分の振動を評価することを特徴とするものである。

【0059】又、前記運動評価装置が加速度検出手段を備え、該加速度および加々速度を検出する検出手段が少なくとも1自由度を有するものであって、 i 番目の観測点において観測された加速度の大きさ、加々速度の大きさをそれぞれ G_i 、 J_i 、重み付け定数を a_i 、 b_i としたとき、前記評価関数が、 $\Psi_i = (a_i \cdot |G_i| + b_i \cdot |J_i|)$ の和で定義されているものである。

【0060】上記第9の目的を達成するために、本発明のコントローラは、運動物体の動きを検出するための第1の手段と、該運動物体の動きに対応した加速度の微分値を検出するための第2の手段と、該微分値に対応した制御信号を発生する第3の手段を備え、該制御信号により前記運動物体を制御することを特徴とするものである。

【0061】又、前記第2の手段が前記物体の動きから直接運動物体の動きに対応した加速度の微分値を検出するものである。

【0062】又、前記第2の手段が前記加速度の微分を行う手段を備えるものであって、該微分手段により前記運動物体の動きに対応した加速度の微分値を検出するものである。

【0063】又、前記第1の手段が第1の部材と、該第1の部材に対して可動である第2の部材と、前記第1の部材に固定され磁束を発生させるための磁石と、該磁石の磁束中であって前記第2の部材に固定された少なくとも1つのコイルと、前記第1の部材に対する第2の部材の動きを検出し前記磁束により前記コイルと磁石との間で前記第1の部材に対し第2の部材の運動を妨害するように力を発生させるための電流を流すための手段を備えたものである。

【0064】又、前記第2の手段が、前記電流により前記コイル間の電圧を検出する手段を備え、該電圧が前記加速度の微分値に対応しているものである。

【0065】又、第1の部材に相対的な第2の部材の動きを検出する前記手段が、第1の部材、第2の部材のそれぞれに取り付けられた静電容量板と、該静電容量板間の静電容量の変化を検出するものである。

【0066】又、運動物体の動きを検出するための第1の手段と、該運動物体の動きに対応した加速度を示す第1の値と加速度の微分値に対応した第2の値を検出するための第2の手段と、該第1の値と第2の値に対応した制御信号を発生する第3の手段を備え、該制御信号により前記運動物体を制御することを特徴とするものである。

【0067】又、物体の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該物体の運動

17

を制御することを特徴とするものである。

【0068】上記第10の目的を達成するために、本発明のセンサは、第1の部材と、該第1の部材に対して相対的に可動である第2の部材と、前記第1の部材に固定され磁束を発生させるための磁石と、該磁石の磁束中であって前記第2の部材に固定された少なくとも1つのコイルと、前記第1の部材に対する第2の部材の動きを検出し前記磁束により前記コイルと磁石との間で前記第1の部材に対し第2の部材の運動を妨害するように力を発生させるための電流を流すための手段と、該電流により前記コイル間に発生する加速度の微分値に対応する電圧を検出する手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0069】又、第1の部材に相対的な第2の部材の動きを検出する前記手段が、第1の部材、第2の部材のそれぞれに取り付けられた静電容量板と、第1の部材に対する第2の部材の動きによる前記静電容量板間の静電容量の変化を検出するものである。

【0070】又、加速度に応じて変位可能な可動部材と、電気回路と磁気回路で構成され前記可動部材に作用する電磁力を発生する電磁力発生手段と、前記電磁力を制御する電磁力制御手段と、前記可動部材の基準位置からの変位を検出する変位検出手段と、前記電磁力発生手段の電気回路に発生する誘導起電力を検出する誘導起電力検出手段とを有し、前記変位検出手段により検出される前記可動部材の変位が零になるように前記可動部材に作用する電磁力を前記電磁力制御手段により制御するものであって、前記誘導起電力検出手段により検出される前記電磁力発生手段の電気回路に生じる誘導起電力から前記可動部材に作用する加速度の時間的変化に比例した物理量を検出することを特徴とするものである。

【0071】又、コイルを具備し加速度に応じて変位する可動部材と、前記コイルに流した電流により前記可動部材のコイルに力を発生するような位置に固定された磁石と、前記可動部材の基準位置からの変位を検出する変位検出手段と、前記コイルに流れる電流を制御する電流制御手段と、前記コイルに電流を流すことにより前記コイルの両端に生じる誘導起電力を検出する誘導起電力検出手段とを有し、前記変位検出手段により検出される前記可動部材の変位が零になるように前記コイルに流れる電流を前記電流制御手段により制御するものであって、前記誘導起電力検出手段により検出される前記コイルの両端に生じる誘導起電力から前記可動部材に作用する加速度の時間的変化に比例した物理量を検出することを特徴とするものである。

【0072】又、加速度に応じて変位する磁石を具備した可動部材と、流した電流により前記可動部材の磁石に力を発生するような位置に固定されたコイルと、前記可動部材の基準位置からの変位を検出する変位検出手段と、前記コイルに流れる電流を制御する電流制御手段

18

と、前記コイルに電流を流すことにより前記コイルの両端に生じる誘導起電力を検出する誘導起電力検出手段とを有し、前記変位検出手段により検出される前記可動部材の変位が零になるように前記コイルに流れる電流を前記電流制御手段により制御するものであって、前記誘導起電力検出手段により検出される前記コイルの両端に生じる誘導起電力から前記可動部材に作用する加速度の時間的変化に比例した物理量を検出することを特徴とするものである。

【0073】又、多軸方向の加速度に応じて多軸方向の変位可能な可動部材と、電気回路と磁気回路で構成され前記可動部材に多軸方向に作用する電磁力を発生する多軸方向の電磁力発生手段と、前記多軸方向の電磁力を制御する多軸方向の電磁力制御手段と、前記可動部材の基準位置からの多軸方向の変位を検出する多軸方向の変位検出手段と、前記多軸方向の電磁力発生手段の各電気回路に発生する各誘導起電力を検出する誘導起電力検出手段とを有し、前記多軸方向の変位検出手段により検出される前記可動部材の多軸方向の変位が零になるように、前記可動部材に作用する多軸方向の電磁力を前記多軸方向の電磁力制御手段により制御するものであって、前記各誘導起電力検出手段により検出される前記多軸方向の電磁力発生手段の各電気回路に生じる各誘導起電力から前記可動部材に作用する多軸方向の加速度の変化に比例した物理量を検出することを特徴とするものである。又、前記可動部材が角加速度に応じて角変位するものである。

【0074】上記第11の目的を達成するために、本発明のセンサは、前記電磁力発生手段の電気回路に流れる電流を検出する電流検出手段を備えるものであって、前記誘導起電力検出手段により検出される前記電磁力発生手段の電気回路に生じる誘導起電力から前記可動部材に作用する加速度の時間的変化に比例した物理量を検出するとともに、前記電流検出手段により検出される前記電磁力発生手段の電気回路に流れる電流から前記可動部材に作用する加速度に比例した物理量を検出するものである。

【0075】又、前記コイルに流れる電流を検出するコイル電流検出手段を備えるものであって、前記誘導起電力検出手段により検出される前記コイルの両端に生じる誘導起電力から前記可動部材に作用する加速度の時間的変化に比例した物理量を検出するとともに、前記コイル電流検出手段により検出される前記コイルに流れる電流から前記可動部材に作用する加速度に比例した物理量を検出するものである。

【0076】

【作用】従来までの位置、速度、加速度情報を用いた制御に加え、物体の運動状態を反映した物理量である加々速度情報を加えて制御することにより、速度制御においては、能動的に質量を変化させ、加速度制御においては

能動的にダンピングを変化させる等、制御効果が一段と向上できる。

【0077】加々速度情報を用いて制御しているので、機体の6自由度を独立にコントロールし、姿勢制御と飛行経路が完全に分離した飛行ができ、従来のCCV (Control Configured Vehicle の略) をさらに高機能化できる。例えば高精度な直接力制御 (direct force control の略)、首振り制御 (airplane pointing control の略)、遷移制御 (airplane translation control の略) 等が可能となる。

【0078】また、主翼にも主翼の振れや曲げモーメントを検出するための加々速度センサが具備されているので、この信号に基づき舵面を駆動してフラッタ減少のダンピングを強くすることにより機体構造に重大な影響を与える臨界フラッタモードを制御によって人工的に減少させてフラッタを防止することもできる。

【0079】加々速度センサと車両の運動を制御するコントローラを備え、該加々速度センサからの出力を該コントローラに入力し、該コントローラにより車両の運動を制御しているので、車両に働く力の瞬時的な変化を検出できるため、車両の限界域での挙動変化を瞬時に検出でき、タイヤ摩擦力の最大値近辺での制御が可能となると同時に、運転者が意図しない不意の外乱による挙動変化に対しても瞬時の補正制御を行うことができ、過大な挙動変化の発生を防止できる。

【0080】また、操舵装置と、操舵角を検出する手段と、少なくとも車体横方向の加々速度を検出するための加々速度センサと、操舵装置を制御するコントローラを備え、該操舵角を検出する手段と、該加々速度センサからの出力を該コントローラに入力し、該コントローラにより操舵装置を制御しており、車両が横方向に滑り始める瞬間を検出すると同時に、舵角装置を制御することができるので挙動変化に対しても瞬時の補正制御を行うことができ、過大な挙動変化の発生を防止できる。

【0081】また、原動機と、原動機出力を検出する手段と、少なくとも車体前後方向の加々速度を検出するための加々速度センサと、原動機を制御するコントローラを備え、該原動機出力を検出する手段と、該加々速度センサからの出力を該コントローラに入力し、該コントローラにより原動機を制御しているので原動機により駆動される車輪が空転を始め、進行方向の加速度が減少した瞬間、あるいは最大摩擦力を越え、進行方向の加速度が減少した瞬間を検出できるため、駆動輪にブレーキをかける必要もなく発進・加速時の駆動輪の空転を減少させ、車両の挙動変化を効果的に防止することが可能となる。

【0082】車輪制動装置と、車輪制動力を検出する手段と、少なくとも前後方向の加々速度を検出するための

加々速度センサと、車輪制動力を制御するコントローラを備え、該車輪制動力を検出する手段と、該加々速度センサからの出力を該コントローラに入力し、該コントローラにより車輪制動装置を制御しているので車輪がロックし始め、進行方向の減速度が減少した瞬間、あるいは最大摩擦力を越え、進行方向の減速度が減少した瞬間を検出できるため、車輪のロックが始まる前に車輪制動力を低減させるため、制動時の車輪のロックを減少させ、車両の挙動変化の防止を効果的に行うことが可能となる。

【0083】また、加速度および加々速度を検出するための加々速度センサと車両の運動を制御するコントローラを備え、該加々速度センサからの加速度および加々速度情報に基づいて該コントローラにより車両の運動を制御しているので、加々速度情報の他に、加速度情報に基づいた制御が行えるので、より高度な制御ができる。

【0084】また、懸架装置と、懸架状態を検出する手段と、少なくとも車体上下方向の加速度および加々速度を検出するための加々速度センサと懸架装置を制御するコントローラを備え、該加々速度センサからの加速度および加々速度情報の出力を該コントローラに入力し、該加々速度および加々速度情報に基づいて乗り心地評価関数を求め、該コントローラにより前記乗り心地評価関数に基づいて前記懸架装置を制御するので乗り心地の最適化がはかれる。

【0085】また、エンジン懸架装置と、エンジン懸架状態を検出する手段と、少なくとも車体上下加速度および加々速度を検出するための加々速度センサと懸架装置を制御するコントローラを備え、該加々速度センサからの加速度および加々速度情報の出力を該コントローラに入力し、該加々速度および加々速度情報に基づいて乗り心地評価関数を求め、該コントローラにより前記乗り心地評価関数に基づいて前記エンジン懸架装置を制御するので、乗り心地の最適化がはかれる。

【0086】また、エレベータにおいては、搭乗者の乗り心地に直接影響を与えるエレベータかこの加々速度情報を直接検出し、コントローラに入力されモータの制御指令に用いることにより、巻き上げ速度も速く、搭乗者の感性に合わせた巻き上げが実現でき、乗り心地最適化制御ができる。

【0087】また、磁気浮上車両においては、加々速度情報を用いることにより、加速度の微妙な変化が検出できるのでより振動低減効果が大きい磁気浮上車両を実現することができる。さらに車体の沈み込み、姿勢変化等を積極的に制御できるので車両運動性能の向上にもつながる。

【0088】また、エンジンと、少なくともエンジンロール方向の加速度および加々速度を検出するための加々速度センサとエンジンコントローラを備え、該加々速度センサからの加速度および加々速度情報の出力を該エン

21

ジンコンローラに入力し、該加速度および加々速度情報に基づいてエンジンの失火を検出するので高精度の失火検出が可能となる。

【0089】ビル制振システムにおいては、加々速度情報を用いることにより、加速度の微妙な変化が検出できるので、油圧アクチュエータの制御を正確にでき、より振動低減効果の大きいビル制振システムを実現できる。

【0090】鉄道車両においては、加々速度情報を用いることにより、加速度の微妙な変化が検出できるのでより振動低減効果が大きい鉄道車両を実現することができる。また、これと同時に車体の沈み込み、姿勢変化等を積極的に制御できるので脱線にくい車両の実現にもつながる。また、進行方向の加々速度を検出し、ブレーキを制御することにより粘着性能を向上させることができる。また、発進、制動のフィーリングを向上するためにも加々速度情報を用いることができる。

【0091】また、精密な位置決めを要するステージ（例えばXYステージ）においても、加々速度情報を用いることにより加速度の変化分を情報として取り込むため、応答性（即応性）、安定性に優れたXYステージを実現することができる。

【0092】また、運動シミュレータの一例として、地震シミュレータにおいても加々速度情報を用いることにより、加速度の変化分を情報として取り込むため、応答性、安定性に優れた地震シミュレータを実現することができる。

【0093】また、ビル制振システムにおいても、加々速度情報を用いることにより、加速度の微妙な変化が検出できるので従来の制御に比べてより振動低減効果の大きい制振装置を実現することができる。

【0094】また、加々速度情報を用いることにより、応答性（即応性）、安定性に優れたマニピュレータ（ロボットアーム）を実現することができる。

【0095】制御対象物体の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該加々速度に基づいて制御性能評価関数、評価関数、乗り心地評価関数、運動を計算して該計算結果を出力し制御対象物体の制御性能、制御対象物体の運動、乗り心地、運動、振動を評価しているので、制御対象物の性能、運動、乗り心地、振動を分析できる。

【0096】又、運動シミュレータの可動部分の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該加々速度に基づいて運動シミュレータの可動部分の振動を計算して該計算結果を出力し、運動シミュレータの可動部分の振動を評価するので、運動シミュレータの評価を行うことができる。

【0097】コンローラにより物体の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、物体の運動を制御しているので、加々速度情報を加えて制御することができ、制御効果が一段と向上できる。

22

【0098】また、センサ内に、発生する加速度に応じて変位する、コイルを具備した可動部材を配置し、このコイルに電流を流した際に、可動部材に力が生じるような位置に磁石を配置し、この可動部材の基準位置からの変位を検出する変位検出器を設け、この変位検出器は、可動部材変位を電気信号に変換し、サーボ増幅器に送り、サーボ増幅器は、変位検出器から受けた電気信号を増幅し、フィードバック電流として可動部材のコイルに送り、コイルに流れるサーボ増幅器からのフィードバック電流とマグネットの磁界により発生したトルクが可動部材を零位置に保つようにし、この発生電圧をセンサ出力として外部に取り出すようにしているので、このときコイルに流れるフィードバック電流量は、可動部材に加わる加速度に正確に比例した物理量を示す。また、このときコイル両端の電圧は、電磁誘導の法則よりフィードバック電流の微分値に比例した物理量を示す。従ってこの電圧を検出することにより、フィードバック電流の微分値、即ち可動部材に加わる加速度の微分値（加々速度）に比例した物理量を高精度に検出することができる。また、この時の電流値を検出すれば、加速度も同時に検出できる。

【0099】また、センサ内に、発生する角加速度に応じて変位する、コイルを具備した可動部材を配置し、このコイルに電流を流した際に、可動部材に力が生じるような位置に磁石を配置し、この可動部材の基準位置からの角変位を検出する角変位検出器を設け、この角変位検出器は、可動部材角変位を電気信号に変換し、サーボ増幅器に送り、サーボ増幅器は、変位検出器から受けた電気信号を増幅し、フィードバック電流として可動部材のコイルに送り、コイルに流れるサーボ増幅器からのフィードバック電流とマグネットの磁界により発生したトルクが可動部材を零位置に保つようにし、この発生電圧をセンサ出力として外部に取り出すようにしているので、このときコイルに流れるフィードバック電流量は、可動部材に加わる角加速度に正確に比例した物理量を示す。また、このときコイル両端の電圧は、電磁誘導の法則よりフィードバック電流の微分値に比例した物理量を示す。従って、この電圧を検出することにより、フィードバック電流の微分値、即ち可動部材に加わる角加速度の微分値（角加々速度）に比例した物理量を高精度に検出することができる。また、この時の電流値を検出すれば、角加速度も同時に検出できる。

【0100】

【実施例】本発明の第1の実施例を図1から図13に従って説明する。図1は、加々速度情報を用いた運動制御システムの概念を示す全体構成図、図2は加々速度センサの全体構成図、図3は加速度が作用したときの釣合状態を示す図、図4はコイルの回路方程式の説明図、図5は内部抵抗を有する場合のコイルの回路方程式の説明図、図6は信号処理部分の回路構成図、図7は加々速度

【0130】また、図6は、数式11で表される加々速度センサの信号処理部分をオペアンプを用いて構成したものである。このような構成とすることにより、コイル3の抵抗分が無視できないときでも、加々速度センサに作用する加々速度を検出することができる。

【0131】図7は、第2の例である加々速度センサの全体構成を示す図である。図2に示す加々速度センサと同様な構成であるが、この加々速度センサは、振子11と、振子11に固定されたマグネット12と、可動電極141と、ケーシング10と、ケーシング10に固定されたコイル130と、固定電極142と、振子の釣合位置からの変位を検出する振子変位検出器140とサーボアンプ15と、読みとり抵抗16で構成されている。すなわち、コイル130は、ケーシング10側に、マグネット12は振子11側に設けられている。この場合も図2に示す加々速度センサと同様に加々速度情報は、図7に示すようにコイル130の端子電圧として取り出すことによって得られる。

$$\alpha(t) = \frac{\phi}{M} \cdot \frac{1}{r} \cdot e_r$$

【0136】以上のように、本実施例の加々速度センサは、加速度と加々速度を同時に検出可能である。

【0137】尚、上記した加々速度センサは、その検出方向が1軸に限定されているものについて言及したが、多軸方向の加々速度検出が必要でかつ、部品点数、コストを低減するなどの必要がある場合は、以下のような方法を用いて多軸加々速度センサを実現することができる。多軸方向の加速度に応じて、多軸方向に変位できる軸方向分の磁石、あるいはコイルを具備した振子を用い、この振子の磁石あるいは、コイルに各軸方向の力を独立して発生するような位置に軸方向分のコイル、あるいは磁石を設け、振子の基準位置からの各軸方向の変位を独立して検出する変位検出器と各軸方向のコイルに流れる電流を制御する各軸方向のサーボアンプを設けて、各軸方向の変位検出器により検出される、各軸方向の振子に作用する加速度によって生じる各軸方向の可動部材の各軸方向の変位が零になるように、各軸方向のコイルに流れる電流を各軸方向のサーボアンプにより制御し、その際に、各軸方向の誘導起電力検出器により検出される各軸方向のコイルの両端に生じる誘導起電力から、振子に作用する各軸方向の加々速度を検出すればよい。

【0138】図8、図9により、加々速度検出装置51の別の例を説明する。図8に示すように、加々速度検出装置51は加速度センサとアナログ微分回路を用いて構成することができ、一般の加速度センサにアナログ微分手段（フィルタ）を付加することにより、加々速度を検出することができる。また、図9は、本実施例に用いられる加々速度検出装置51のさらに別の例であり、加速度センサとデジタル微分回路を用いて構成している。

すなわち、一般の加速度センサにA/Dコンバータを介

*【0132】以上述べたことから分かるように、図2又は図7に示す加々速度センサにおいて、マグネット2、12は、永久磁石であっても、磁束密度を一定に保った電磁石であっても良い。また、本実施例においては、振子の変位検出に振子とケーシングで構成された静電容量の差分を用いた方法について言及したが、これに限定されるものではなく、例えば発光素子、レンズ、受光素子等を用いて光学的に検出する等の方法を用いてもよい。

【0133】また、数式8、数式12からわかるように、振子1の素材、構造的な特性（ヤング率、断面モーメントなど）は、考慮する必要がないので高精度の加々速度検出が可能となる。

【0134】また、数式6及び数式11より数式13が成立するので、読み取り抵抗6、16の端子電圧 e_r は、電流、即ち加速度に比例した値となる。

【0135】

【数13】

…(数13)

※してデジタル信号に変換し、デジタル演算処理によって加々速度情報を得ることもできる。このように、加々速度微分情報は、加々速度センサ出力の一階の微分回路出力として用いることができる。

【0139】図2、図7で示す本実施例の加々速度センサで検出された加速度と加々速度、加速度のアナログ微分回路出力を一例として比較して示すと図10のようになる。図10の(a)が本実施例の加々速度センサで検出された加速度出力で、(b)が(a)で示される加速度出力をアナログ微分回路に通した後の出力、(c)が本実施例の加々速度センサで検出された加々速度出力を示している。(c)で示される加速度アナログ微分出力と本実施例の加々速度センサで検出された加々速度出力は、共に(a)で示される加速度の微分出力となっており、非常に良く合致していることが分かる。

【0140】図11、図12は、それぞれコントローラ52を含めた加速度、加々速度情報検出方法の違いを示す図であり、図11は、本実施例の加々速度センサにより加々速度情報を得る構成を示す図であり、図12は図9に示すように、加速度センサとコントローラ52内部に微分手段を設け、その微分手段によりデジタル演算処理加々速度情報を得る構成を示している。図11の方法では、直接加々速度情報と加速度情報を得られるが入力ポート521、522とA/Dコンバータ524、525が2組必要であるのに対し、図12に示す方法では入力ポート523とA/Dコンバータ526は、1組で良いが加々速度情報を得るためには、ある程度の演算527が必要である。以上のことより実際に適用する場合は、ハード構成とコントローラ52の演算速度、さらには必要とされる検出精度に応じていずれかの方法を用い

ればよい。

【0141】さて、図1に示す加々速度情報を用いた運動制御システムにおいて、一般的な運動形態としては、図12に示すように物体50が仮想的な固定面54にダンパ要素55とバネ要素56と拘束されている運動モデルを考える。

【0142】図12に示すように、物体の質量をM、物*

$$M \frac{d^2 x_d(t)}{dt^2} + C \frac{dx_d(t)}{dt} + K x_d(t) = f_g(t) - F_d(t) \dots (\text{数 } 14)$$

【0144】今、図12に示される運動モデルでの位置制御を考え、コントローラ52の制御則が数式15のような伝達関数で与えられるとした場合のブロック線図を※

$$G_x = K_2 s^2 + K_3 s + K_4 \dots (\text{数 } 15)$$

【0146】ここで、K2、K3、K4は、おのおの加速度、速度、変位のフィードバックゲイン定数を表す。

このブロック線図から、外力と変位との間の伝達関数を★

$$\frac{X(s)}{F_g(s)} = \frac{1}{(M+K_2)s^2 + (C+K_3)s + (K+K_4)} \dots (\text{数 } 16)$$

【0148】数式16から分かるように、加速度フィードバックは、位置制御において能動的に質量を増加させる働きがあり、速度フィードバックは、位置制御において能動的にダンピングを増加させる働きがあり、位置フィードバックは、位置制御において能動的に剛性を増加させる働きがある。このように3つのゲイン定数の選択☆

* 体の変位をx、アクチュエータ53の発生する力をF_c(t)、物体50に作用する外力をf_g(t)、ダンパ要素55の粘性減衰定数をC、バネ要素56のバネ定数をKとすると、物体50は以下の数式14に示す運動方程式に従って運動する。

【0143】

【数14】

※図13に示す。

【0145】

【数15】

★求めると、数式16となる。

【0147】

【数16】

☆によって運動特性が自由に変えられることが分かる。

【0149】次に、図12に示される運動モデルでの速度制御を考える。数式14の両辺を時間tで微分すると数式17となる。

【0150】

【数17】

$$M \frac{d^3 x_d(t)}{dt^3} + C \frac{d^2 x_d(t)}{dt^2} + K \frac{dx_d(t)}{dt} = \frac{df_g(t)}{dt} - \frac{dF_d(t)}{dt} \dots (\text{数 } 17)$$

【0151】数式17について、数式18のごとき置換を行うと数式19となる。

$$v_d(t) = \frac{dx_d(t)}{dt} \quad f_g^l(t) = \frac{df_g(t)}{dt} \quad F_c^l(t) = \frac{dF_d(t)}{dt} \dots (\text{数 } 18)$$

【0153】

* * 【数19】

$$M \frac{d^2 v_d(t)}{dt^2} + C \frac{dv_d(t)}{dt} + K v_d(t) = f_g^l(t) - F_c^l(t) \dots (\text{数 } 19)$$

【0154】コントローラ52の制御則が数式20のような伝達関数で与えられるとした場合のブロック線図を図14に示す。

$$G_v = K_1 s^2 + K_2 s + K_3 \dots (\text{数 } 20)$$

【0156】ここでK1、K2、K3は、おのおの加々速度、加速度、速度のフィードバックゲイン定数を表す。このブロック線図から、外力と速度との間の伝達関★

$$\frac{V(s)}{F_g^l(s)} = \frac{1}{(M+K_1)s^2 + (C+K_2)s + (K+K_3)} \dots (\text{数 } 21)$$

★数を求めると、数式21となる。

【0157】

【数21】

【0158】数式21からわかるように、加々速度フィードバックは、速度制御において能動的に質量を増加させる働きがあり、加々速度フィードバックは、速度制御において能動的にダンピングを増加させる働きがあり、速度フィードバックは、速度制御において能動的に剛性を増加させる働きがある。このように3つのゲイン定数の選択によって運動特性が自由に変えられることが分か

る。

【0159】次に、図12に示される運動モデルでの加々速度制御を考える。数式20の両辺を時間で微分すると数式22となる。

【0160】

【数22】

$$M \frac{d^3 v_o(t)}{dt^2} + C \frac{d^2 v_o(t)}{dt} + K \frac{dv_o(t)}{dt} = \frac{df_g^1(t)}{dt} - \frac{dF_c^1(t)}{dt} \quad \dots (数22)$$

【0161】数式22について、数式23のごとき置換を行うと数式24となる。

※【0162】

※【数23】

$$a_o(t) = \frac{dv_o(t)}{dt} \quad f_g^2(t) = \frac{df_g^1(t)}{dt} \quad F_c^2(t) = \frac{dF_c^1(t)}{dt} \quad \dots (数23)$$

【0163】

★ ★【数24】

$$M \frac{d^2 a_o(t)}{dt^2} + C \frac{da_o(t)}{dt} + K a_o(t) = f_g^2(t) - F_c^2(t) \quad \dots (数24)$$

【0164】コントローラ52の制御則が数式25のような伝達関数で与えられるとした場合のブロック線図を図15に示す。

☆【0165】

【数25】

$$G_a = K_0 s^2 + K_1 s + K_2 \quad \dots (数25)$$

【0166】ここで、 K_0 、 K_1 、 K_2 は、おののおの加々速度微分、加々速度、加々速度のフィードバックゲイン定数を表す。このブロック線図から、外力と加々速度と

◆の間の伝達関数を求めると、数式26となる。

30 【0167】

【数26】

$$\frac{a}{F_g^2}(s) = \frac{1}{(M+K_0)s^2 + (C+K_1)s + (K+K_2)} \quad \dots (数26)$$

【0168】数式26からわかるように、加々速度微分フィードバックは、加々速度制御において能動的に質量を増加させる働きがあり、加々速度フィードバックは、加々速度制御において能動的にダンピングを増加させる働きがあり、加々速度フィードバックは、加々速度制御において能動的に剛性を増加させる働きがある。このように3つのゲイン定数の選択によって運動特性が自由に変えられることが分かる。

【0169】以上、位置、速度、加々速度の各運動制御について述べてきたが、従来までの位置、速度、加々速度情報を用いた制御に加え、物体の運動状態を反映した新たな物理量である加々速度情報を加えることにより速度制御においては、能動的に質量を変化させ、加々速度制御においては能動的にダンピングを変化させる等、制御効果が一段と向上できる。

【0170】本発明の第2の実施例を図17から図30

により説明する。図17は、車両の1種である自動車の運動制御に用いた運動制御系の全体構成を示す図、図18は、限界走行時の車両制御を行う一例についての説明図、図19は、車両の横滑りを検出した状態を示す図、図20は、車両の横方向加々速度情報を用いた車両挙動変化を示す図、図21は車両のヨーレート情報と車両の横方向の加々速度、加々速度情報に基づいて車両の自転運動抑制方法の比較を示す図、図22は車両のヨーレート情報と車両の横方向の加々速度、加々速度情報に基づいて車両の公転運動抑制方法の比較を示す図、図23は発進、加速時の車輪空転を検出する方法を示す図、図24は制動時の車輪ロックを検出する方法を示す図、図25は6自由度の加々速度センサを取付けた状態を示す斜視図である。

【0171】図17は、加々速度情報を車両の1種である自動車の運動制御に適用した場合の運動制御系の全体

路(a)点を通過するとき、駆動輪は空転(ホイールスピンともいう)を始める。この時、アクセル開度が正にもかかわらず、車両100の前後方向の加速度が一瞬小さくなり、車両100の前後加々速度に後ろ向きの大きなピークが検出できる。

【0186】従って、アクセル速度を検出しておき、アクセル開度の変化に対する車両100の前後方向の加々速度を検出することにより、駆動輪が滑り始める瞬間を検出することができる。その結果、コントローラ110により車両100の前後方向の加々速度情報に基づいてエンジン101の出力を減少させて、駆動輪102c、102dの空転を減少させ、車両100の著しい挙動変化を防止することができる。それに対して、従来提案されていた駆動輪の空転防止装置では、従動輪の回転数に対して駆動輪の回転数が増加すると空転を開始したと判断していたため、駆動輪空転の検出が遅くなってしまう、また、車輪100の慣性モーメントのため、1度空転を開始するとなかなか空転が停止せず、駆動輪にブレーキをかける必要があったり、車両100の著しい挙動変化を防止するという目的を達成するのは困難であった。

【0187】このように本実施例では、車両100の前後方向の加々速度情報を用いているので、車輪102c、102dが空転を始める瞬間、あるいは最大摩擦力を越えた瞬間を検出できるため、駆動輪102c、102dの空転が始まる前にエンジン101のトルクをコントローラ110により低減させることができ、駆動輪102c、102dにブレーキをかける必要もなく発進・加速時の駆動輪102c、102dの空転を減少させ、車両100挙動変化を防止することを効果的に行うことが可能となる。

【0188】また、図24に示すように、車両100の前後方向の加々速度情報に基づいて、車両100の減速時の車輪ロックを検出することもできる。図24では、直線コースの道路を想定し、(a)点で排水路が道路を横断しており、この排水路で接地面積と摩擦係数が一瞬変わる場合を示している。また、図24には、このようなコースを車両100で減速走行した際のブレーキ油圧、ブレーキ油圧の変動、車輪102の回転速度、車両100の前後方向の加速度、車両100の前後方法の加々速度をそれぞれ示している。車両100の車輪102のタイヤに働く減速力はブレーキトルクに比例して増加するのが一般的であるから、ブレーキ油圧がゼロでないときは、ブレーキ107によるタイヤ制動により生じる減速力と路面反力は、路面状況が変化しない限り、釣り合いを保っている。しかし、上記のような排水路(a)点を通過するとき、駆動輪はロック(このとき車輪102の回転速度はゼロである)を始める。この時、ブレーキ油圧がゼロでないにもかかわらず、車両100の減速度が一瞬小さくなり、車両100の前後方向の加々速度に

前方向の大きなピークが検出できる。

【0189】従って、ブレーキ油圧変動を検出しておき、ブレーキ油圧の変化に対する、車両100の前後方向の加々速度を検出することにより車輪102がロックし始める瞬間を検出することができる。従ってコントローラ110により車両100の前後方向の加々速度情報に基づいてブレーキ油圧制御部109を制御し、ブレーキ油圧を減少させ、車輪のロックを減少させ、車両挙動変化の防止を行うことができる。従来のABSにみられる車輪のロック防止装置では、従動輪の回転速度により推定される推定車体速度に対して車輪の回転数が極端に減少すると、車輪ロックしたと判断していたため、車輪ロックの検出が遅くなってしまうたり、推定車体速度の精度不足のため高精度の制御が行えず、タイヤの性能を十分に使いきっているとは言えなかった。これに対して、本実施例では車両100の前後方向の加々速度情報を用いているので、車輪102がロックを始める瞬間、あるいは、最大摩擦力を越える瞬間を検出できるため、車輪102のロックが始まる前にブレーキ油圧を低減させるため、制動時の車輪102のロックを減少させて、車両100の挙動変化の防止を効果的に行うことが可能となる。

【0190】以上、3つの例を用いて車両100の前後方向、左右方向の加々速度情報を用いた各種制御について述べたが、車両100には、前後方向、左右方向、上下方向の3つの並進運動とローリング、ヨーイング、ピッチングの3つの回転運動の6自由度の運動が考えられるため、図25に示すように、加々速度検出装置を6自由度の運動が検出できるように6個配置し、それぞれの検出手段の出力値を用いてそれぞれの自由度の加々速度情報を検出しても良い。

【0191】このように、加々速度情報を用いた車両100の運動制御を行った場合、車両100に働く力の瞬時的な変化を検出できるため、車両の限界域での挙動変化を瞬時に検出でき、タイヤ摩擦力の最大値近辺での制御が可能となる。また同時に、運転操作情報と照らし合わせることで、運転者が意図しない、不意の外乱による挙動変化に対しても瞬時に補正制御を行うことができ、過大な挙動変化の発生を防止できる効果がある。

【0192】なお、上述した3つの例では、加々速度情報と運転操作情報のみを用いた車両運動制御について言及したが、従来の車両運動制御で用いていた車輪速情報等の各種情報に加え、加々速度情報を用いてさらに高精度・高精度の制御が可能であることは言うまでもない。

【0193】本発明の第3の実施例を図26から図30により説明する。図26は車両の乗り心地を制御する場合の全体構成図、図27はエンジン振動による車体振動を低減する場合の構成を示す図、図28はエンジン失火検出を示す図、図29は正常燃焼時のエンジン振動を示す図、図30は失火発生時のエンジン振動を示す図であ

る。

【0194】図26に示すように、本実施例の車両300は、可変サスペンション機構301a、301bをもつ車両であり、その他の構成は図17に示すものと同様である。車両300には、複数個の加々速度検出装置（図26では、302a、302bの2個のみを取付けた場合を示しているが、これに限られるものではなく、*

$$\Psi_s = \sum_i [d_i \cdot |G_i| + e_i \cdot |J_i|]$$

【0196】ただし、 d_i 、 e_i は、それぞれ*i*番目の観測点における加速度、加々速度情報に対する重み付け定数で、運転者ならびに同乗者の感性に合わせてチューニングするようになっている。

【0197】乗り心地評価関数 Ψ_s を最も小さくするようにサスペンション機構301a、301bを制御することにより、車両300の振動特性と運転者ならびに同乗者の感性とを整合させることができ、乗り心地の最適化制御ができる。また、評価関数 Ψ_s は、数式27に限定されるものではなく、運転者ならびに同乗者の感性とよく整合の取れた任意の関数で代用しても良い。

【0198】ここで、コントローラ303は、サスペンション機構301a、301bを制御する機能をもっているが、コントローラ303単体として車両300の各観測点における加速度、加々速度情報より乗り心地評価関数を計算し、計算結果を出力させる機能を持たせることにより、車両の乗り心地を評価する評価試験装置としても代用できる。

【0199】また、図26に示すような構成に加え、車※30

$$\Psi_m = \sum_j [d_j \cdot |G_j| + e_j \cdot |J_j|]$$

【0202】ただし、 d_j 、 e_j は、それぞれ*j*番目の観測点における加速度、加々速度情報に対する重み付け定数で、運転者ならびに同乗者の感性に合わせてチューニングするようになっている。

【0203】乗り心地評価関数 Ψ_m を最も小さくするように可変エンジンマウント機構402a、402bを制御することにより、車両の振動特性と運転者ならびに同乗者の感性とを整合させることができ、乗り心地の最適化制御ができる。

【0204】また、評価関数は、数式28に限定されるものではなく、エンジン振動が密接な関係がある燃焼周波数に相当するエンジン回転情報等を付加し、さらに運転者ならびに同乗者の感性とよく整合の取れた任意の関数で代用しても良い。さらに図27では加々速度検出装置は、エンジン、ステアリング、シートの振動を検出できるように設置したがこれに限定されるものではない。

【0205】ここで、コントローラ407は、可変エン★50

*又、場合によっては1個でもよい。)が取付けられ、*i*番目の加々速度検出装置の加速度出力を G_i 、加々速度出力を J_i とし、数式27のように乗り心地評価関数 Ψ_s を定義する。

【0195】

【数式27】

…(数27)

※体300の前後方向、横方向の加々速度検出装置を設け、これら車体300の前後方向、横方向の加々速度に従ってコントローラ303によりサスペンション機構301a、301bを制御することにより車両運動性能の向上に役立てることもできる。

【0200】図27は、加々速度情報を用いて、エンジン振動に起因する車体振動をより効果的に低減させる実施例の全体構成を示す図である。この場合、車両は、可変エンジンマウント機構402a、402bをもつ車両である。今、エンジン401及び車体には、複数個の加々速度検出装置（図27では、403a、404a、404bの3個のみが取付けられた場合を示しているが、これに限られるものではなく、場合によっては1個でもよい。)が取付けられ、*i*番目の加々速度検出装置の加速度出力を G_i 、加々速度出力を J_i とし、数式27と同様に乗り心地評価関数 Ψ_m を数式28のように定義する。

【0201】

【数式28】

…(数28)

★ジンマウント機構402a、402bを制御する機能をもっているが、コントローラ407単体として車両の各観測点における加速度、加々速度情報より乗り心地評価関数を計算し、計算結果を出力させる機能を持たせることにより、車両の乗り心地を評価する評価試験装置としても代用できる。

【0206】図28は、加々速度情報をエンジン失火検出に適用した実施例を示す図である。エンジン401は間欠的に燃焼しているため、燃焼に同期したトルク変動が発生する。このトルク変動の反作用がエンジン振動を引き起こし、この振動がエンジンマウント402を介して車体に伝達され車両全体の振動を引き起こす。ここで、エンジン401の振動に着目すると、エンジン401は燃焼周波数に同期したトルク変動により強制加振されており、燃焼周波数で振動している。したがって、この振動を検出することによりエンジンの燃焼状態が検出できる。

【0207】正常燃焼時のエンジン401のロール方向の振動加速度、加々速度を示す図29と失火発生時のエンジン401のロール方向の振動加速度、加々速度を示す図30との比較から分かるように、失火が発生すると、図30に示されるように、エンジン401のロール方向の加速度に変化がみられ、エンジン401のロール方向の加々速度には、大きなピークが観察される。失火検出装置503は、これら複数の信号を検出し、適当なフィルタリング演算を行うことにより、エンジン失火の検出が可能である。

【0208】また、エンジン401のロール方向の加速度、加々速度情報のみではなく、エンジンの他の自由度の加速度、加々速度情報や、車体振動、あるいはエンジン回転情報等を付加し、さらに高精度の失火検出を行うようにしても良い。

【0209】また、失火検出装置503に、可変エンジンマウント機構等を制御する機能をもたせ、エンジン401の失火に起因する乗り心地の悪化を低減するような乗り心地制御システムとしても良い。

【0210】本発明の第4の実施例を図31、図32により説明する。図31は、加々速度情報を用いたエレベータの乗り心地制御システムの概念図、図32は、加々速度情報を用いたエレベータの乗り心地制御システムの全体構成を示す図である。

【0211】図31、図32に示すように、エレベータかご201は、ワイヤ206でつり下げられ、コントローラ204によりモータ203が制御されワイヤ205を巻き上げ、巻き下げて運転される。205は重りで、エレベータかご201の重さと、ほぼ釣り合うようにな*

$$\Psi_e = \left| a \cdot V - \sum_i [b_k \cdot |G_k| + c_k \cdot |J_k|] \right|$$

【0215】ただし、aは、エレベータ巻き上げ巻き下げ速度に対する重み付け定数、b_k、c_kは、それぞれi番目の観測点における加速度、加々速度情報に対する重み付け定数で、搭乗者の感性に合わせてチューニングするようになっている。

【0216】乗り心地評価関数Ψ_eを最も小さくするようにモータ203のを制御することにより、巻き上げ速度も速く、搭乗者の感性に合わせた巻き上げが実現でき、乗り心地最適化制御ができる。また、評価関数は、数式29に限定されるものではなく、搭乗者の感性とよく整合の取れた任意の関数で代用しても良い。

【0217】ここで、コントローラ204は、モータ203を制御する機能をもっているが、コントローラ204単体としてエレベータかご201の各観測点における加速度、加々速度情報より搭乗者乗り心地評価関数を計算し、計算結果を出力させる機能を持たせることにより、エレベータの乗り心地を評価する評価試験装置としても代用できる。また、環境的な問題より加々速度情報※50

*っており、モータ203の負荷を軽減する働きがある。モータ203には、コントローラ204より制御指令が入力され、コントローラ204には、モータ203の回転情報が入力される。モータ203の回転情報としては、モータ回転角度、モータ回転速度、モータ回転加速度、モータ回転加々速度等があるが、これらの情報は、モータ203に付随しているエンコーダ（図示せず）の出力パルスを検出し、各種演算を行うことにより可能である。

10 【0212】従来のエレベータでは、モータの回転情報よりエレベータかごの運動を推定し、各種乗り心地制御を行っていたが、モータとエレベータかごを結ぶワイヤが弾性体であり、ワイヤが伸び縮みするため、モータの回転情報がエレベータかごの運動を反映したものとは言えず、十分な性能を発揮できなかった。

【0213】本実施例においては、エレベータかご201に、複数の加々速度検出装置（図31では、202x、202yの2個を示している。）が搭載されており、搭乗者の乗り心地に直接影響を与えるエレベータかご201の加々速度情報を直接検出できるようになっている。これらの加々速度情報は、コントローラ204に入力されモータ203の制御指令に用いられる。これらの複数の加々速度検出装置のうち、k番目の加々速度検出装置の加速度出力をG_k、加々速度出力をJ_kとし、モータの回転速度をVとしたとき、数式29のように乗り心地評価関数Ψ_eを定義する。

【0214】

【数29】

…（数29）

※の検出が困難な場合は、モータ回転情報（モータ回転速度、モータ回転加速度、モータ回転加々速度等）を数式29にあてはめる方法でもよい。

【0218】本発明の第5の実施例を図33から図35により説明する。図33は、加々速度情報を用いた鉄道車両の構成を示す図、図34は、ばね下加々速度情報を用いた鉄道車両の構成を示す図、図35は、加々速度情報を用いた鉄道車両の動力制御系構成を示す図である。

40 【0219】図33に示すように、本実施例の鉄道車両は、枕バネアクチュエータ541、542を中心にして自由に転向できる前後2組の台車551、552の上に長い車体501を掛け渡した様式になっている。台車551、552は、車輪軸を支持する軸バネアクチュエータ543、544、545、546、547、548、549、550を介して車輪521、522、523、524により支持されている。車体501には、複数の加々速度検出装置（図33では531、532、533のことをいう。）が具備され、車体501の上下方向の

43

加々速度情報が検出できる。コントローラ506は、積分回路等で構成される信号処理装置を内蔵しており、車体501に配置される複数の加々速度検出装置（図33では531、532、533のことをいう。）からの情報より加速度、速度、変位情報を算出することができる。コントローラ506は、これらの情報に基づいて車両の走行に際して軌道に多少の不整があっても、乗り心地が低下しないように枕バネアクチュエータ541、542、軸バネアクチュエータ543、544、545、546、547、548、549、550を制御する。

【0220】加々速度情報を用いることにより、加速度の微妙な変化が検出できるので従来の鉄道車両より振動低減効果が大きい鉄道車両を実現することができる。また、これと同時に車体の沈み込み、姿勢変化等を積極的に制御できるので脱線しにくい車両の実現にもつながる。

【0221】また、図34に示す鉄道車両は、図33に示す鉄道車両と同様な構成であるが、より乗り心地のよい制御を可能とするために車体501、台車555、軸受け551、552の加々速度を検出するように構成したものである。車体501、台車555、軸受け551、552には、複数の加々速度検出装置（図34では、それぞれ531、534、535、536のことをいう）が設置されている。通常、車体、台車、軸受けは、それぞれ異なる共振点を持っており、これらの振動を加々速度検出装置で検出し、コントローラ506側にフィードバックすることにより、より乗り心地の良い制御が達成される。

【0222】ここで、コントローラ506は、各アクチ*

$$F = \mu \cdot W$$

【0227】したがって、引張力の最大値以上の引張力を得ようとして回転力を大きくしても動輪が空転するだけである。今、動輪の回転力をゼロから徐々に増加させると車体の加速度は増加していく。しかし、上記のように動輪が空転を開始すると一気に加速度が減少する。すなわち、この瞬間を進行方向の加々速度情報で検出できるということである。自動車で説明したのと同様に、鉄道車両においても進行方向の加々速度を検出し、モータ503を制御することにより粘着性能を向上させることができる。

【0228】制動についても同様なことが言える。引張力の最大値Fを越えるような制動力を得ようとして制動トルクを大きくしても制動輪がスリップするだけである。今、制動輪の制動トルクをゼロから徐々に増加させると、車体の減速度は増加していく。しかし、上記のように制動輪がスリップ（ロックともいう）を開始すると一気に減速度が減少する。すなわち、この瞬間を進行方向の加々速度情報で検出できるということである。自動車で説明したのと同様に、鉄道車両においても進行方向の加々速度を検出し、ブレーキを制御することにより粘※50

44

* ュエータを制御する機能をもっているが、コントローラ506単体として鉄道車両の各観測点における加速度、加々速度情報より搭乗者乗り心地評価関数を計算し、計算結果を出力させる機能を持たせることにより、鉄道車両の乗り心地を評価する評価試験装置としても代用できる。

【0223】図35に示す鉄道車両は、特に始動、制動時を考慮して加々速度情報を用いることにより鉄道車両の動力を制御した場合の構成を示している。図35に示すように、動輪521、522は、コントローラ506により制御されるモータ503により駆動され、制動輪523、524は、コントローラ506により制御されるブレーキ504により制動される。

【0224】車体501には、複数の加々速度検出装置（図35では505のみを図示している。）が具備され、車体501の進行方向の加々速度情報が検出できる。コントローラ506は、積分回路等で構成される信号処理装置を内蔵しており、車体に配置される加々速度検出装置からの情報より加速度、速度、変位情報を算出することができる。

【0225】図36では、鉄道車両501の運転状態として、車輪521、522、523、524がレール面上を転がろうとする状態を示している。車輪とレールとの間の粘着係数を μ 、軸重をWで表すと、この車輪とレールの摩擦力により出すことのできる引張力の最大値Fは、数式30のようになる。

【0226】

【数30】

…（数30）

※着性能を向上させることができる。

【0229】また、発進、制動のフィーリングを向上するためにも加々速度情報を用いることができるのは、自動車と同様である。上述の実施例では、駆動輪、制動輪を別に考えているが、同一車輪が駆動輪、制動輪を兼ねている場合にも適用できる。

【0230】本発明の第6の実施例を図37により説明する。図37は、加々速度情報を用いた磁気浮上車両の構成を示す図である。

【0231】図37に示すように、磁気浮上車両は、車体601は浮上用地上コイル673、674と超電動磁石633、634の磁気的な同極反発力により浮上している。そして、地上の推進案内用コイル671、672に電流を流し、車上の超電動磁石631、632と引き合う力が生じるのでその力を利用して前進する。

【0232】車体601には、複数の加々速度検出装置（図37では621、622、623、624、625のことをいう）が具備され、車体601の前後、上下、横方向の加々速度情報が検出できるようになっている。コントローラ604は、積分回路等で構成される信号処

45

理装置を内蔵しており、車体601に配置される加々速度検出装置からの情報より加速度、速度、変位情報を算出することができる。コントローラ604は、これらの情報にもとづいて超電動磁石633、634の磁力を制御すると同時に、この情報をアンテナ605より地上側コントローラ606に向けて発信する。地上側コントローラ606ではこれらの情報に基づいて推進案内用地上コイル671、672、浮上用地上コイル673、674に流入する電流を制御し、磁力を制御することにより車体の浮上姿勢、位置、速度、加速度を正確に制御することができる。

【0233】また、加々速度情報を用いることにより、加速度の微妙な変化が検出できるので、より振動低減効果が大きい磁気浮上車両を実現することができる。さらに車体の沈み込み、姿勢変化等を積極的に制御できるので車両運動性能の向上にもつながる。

【0234】ここで、コントローラ606は、各磁力発生手段を制御する機能をもっているが、コントローラ606単体として磁気浮上車両の各観測点における加速度、加々速度情報より搭乗者乗り心地評価関数を計算し、計算結果を出力させる機能を持たせることにより、磁気浮上車両の乗り心地を評価する評価試験装置としても代用できる。

【0235】本発明の第6の実施例を図38により説明する。図38は、加々速度情報を用いた地震シミュレータの構成を示す図である。

【0236】図38に示すように、地震シミュレータは、あらかじめコントローラ703に入力されている地震加速度、地震加々速度または変位入力を忠実に再現するように、振動台700の動きを制御するものである。振動台700は、コントローラ703により駆動される油圧アクチュエータ741、742によってX軸方向の動きを、油圧アクチュエータ743、744によってY軸方向の動きを制御される。油圧アクチュエータ743、744内には変位検出器が具備され、変位情報がコントローラ703に入力される。振動台700上の加々速度検出装置(図38では、701、702のことをいう)からは、振動台700のx軸、y軸方向の加々速度が検出される。これらの加々速度情報は、積分器761、762、763、764によりそれぞれ、振動台700のx軸、y軸方向の加速度、速度に変換されコントローラ703に入力される。さらに速度情報に直列に積分器を挿入することにより位置情報を得るようにしてもよい。これら各自由度に対して4種類の信号は、コントローラ703にフィードバックされ、コントローラ703にあらかじめ入力されている地震加速度、地震加々速度または変位入力と比較され、振動台は、目標値どおりに駆動(加振ともいう)される。

【0237】このようなシステム構成により、従来のシミュレータに加えて加速度の変化分を情報として取り込

46

めるため、応答性、安定性に優れた地震シミュレータを実現することができる。また、この実施例では2次元の地震シミュレータについて述べているが、1次元、3次元の地震シミュレータでも同様に、従来の情報に加え、加々速度情報を用いて制御することにより応答性、安定性に優れた地震シミュレータを実現することができる。

【0238】ここで、コントローラ703は、各油圧アクチュエータを制御する機能をもっているが、コントローラ703単体として振動台の各観測点における加速度、加々速度情報より制御性能評価関数を計算し、計算結果を出力させる機能を持たせることにより、地震シミュレータ制御性能を評価する評価試験装置としても代用できる。

【0239】また、人間が搭乗したかごを車両、あるいは飛行物体の運動を模して外部アクチュエータを用いて動揺させることにより、かご内の人間の運転訓練を行ったり、アミューズメントを与える運動シミュレータにおいても、従来の情報に加え、このかごの加々速度情報を用いて制御することにより応答性、安定性に優れた運動シミュレータを実現することができる。

【0240】本発明の第7の実施例を図39により説明する。図39は、加々速度情報を用いたXYステージの構成を示す図である。

【0241】本実施例のXYステージは、図39に示すように、あらかじめコントローラ803に入力されている位置入力に忠実に追従するように、ステージ800の動きを制御するものである。ステージ800は、コントローラ3により駆動されるリニアアクチュエータ841、842によってX軸方向の動きを、リニアアクチュエータ843、844によってY軸方向の動きを制御される。リニアアクチュエータ内には変位検出器が具備され、変位情報がコントローラ803に入力される。ステージ800上の複数の加々速度検出装置(図39では、801、802のことをいう)からは、ステージ800のx軸、y軸方向の加々速度が検出される。これらの加々速度情報は、積分器861、862、863、864により、それぞれステージのx軸、y軸方向の加速度、速度に変換されコントローラに入力される。さらに速度情報に直列に積分器を挿入することによりステージ800の位置情報を得るようにしてもよい。また、コントローラ内部でこれらの積分動作を行ってもよい。これら各自由度に対して4種類の信号は、コントローラ803にフィードバックされ、コントローラ803にあらかじめ入力されている位置入力と比較され、ステージ800は、目標値どおりに位置決めされる。このようなシステム構成により従来のXYステージに加えて加速度の変化分を情報として取り込めるため、応答性(即応性ともいう)、安定性に優れたXYステージを実現することができる。

【0242】また、本実施例では、2次元のXYステー

ジについて述べているが、1次元のリニアステージ、3次元のステージでも同様に、従来の情報に加え、加々速度情報を用いて制御することにより応答性（即応性）、安定性に優れたステージを実現することができる。ここで、コントローラ803は、各油圧アクチュエータを制御する機能をもっているが、コントローラ803単体としてステージの各観測点における加速度、加々速度情報より制御性能評価関数を計算し、計算結果を出力させる機能を持たせることにより、XYステージの制御性能を評価する評価試験装置としても代用できる。

【0243】本発明の第8の実施例を図40により説明する。図40は、加々速度情報を用いた制振装置つきビルの構成を示す図である。

【0244】図38に示すように、ビルの適当なフロアには、油圧アクチュエータ903とアクティブマス904が具備されている。油圧アクチュエータ903はビルに固定されており、アクティブマスはビルに対して相対的に可動可能に設置されている。コントローラ902は、積分回路等で構成される信号処理装置を内蔵しており、各フロアに複数個（図40では、911、912、913、914の4個設置した場合を示している。）配置される加々速度検出装置からの情報より従来と同様な加速度、速度、変位情報を算出することができる。コントローラ902は、これらの情報にもとづいてビル全体の振動が小さくなるように油圧アクチュエータ903の油圧を制御する。加々速度情報を用いることにより、加速度の微妙な変化が検出できるので、従来の制御に比べてより振動低減効果の大きい制振装置を実現することができる。また、アクティブマス904の加々速度情報を検出するような加々速度検出装置（図示せず）を用いて正確にアクティブマス904の運動を制御することにより、さらに振動低減効果の大きい制振装置を実現することができる。

【0245】ここで、コントローラ902は、油圧アクチュエータ903を制御する機能をもっているが、コントローラ902単体としてビルの各観測点における加速度、加々速度情報より制御性能評価関数を計算し、計算結果を出力させる機能を持たせることにより、制振装置つきビルの制御性能を評価する評価試験装置としても代用できる。

【0246】本発明の第9の実施例を図41により説明する。図41は、加々速度情報を用いたロボットアームのマニピュレータの構成を示す図である。

【0247】図41に示すように、マニピュレータ1001は、あらかじめコントローラ1003に入力されている位置入力に忠実に追従するように、マニピュレータ1001の動きを制御するものである。マニピュレータ1001は、コントローラ1003により駆動される関節駆動用DDモータ（Direct Drive モータの略）1041、1042、1043により動きを制

御される。各々のDDモータ内にはエンコーダ（図示せず）が具備され、回転角度位置情報がコントローラ1003に入力される。マニピュレータ手先1011に具備された複数の加々速度検出装置（図41では、1021、1022、1023のことをいう）からは、マニピュレータ手先1011の座標系におけるx'軸、y'軸、z'軸方向の加々速度が検出される。コントローラ1003は、積分回路等で構成される信号処理装置を内蔵しており、加々速度検出装置からの情報より加速度、速度、変位情報を算出することができる。

【0248】これら4種類の信号は、コントローラ1003にフィードバックされ、コントローラ1003にあらかじめ入力されている位置、速度、加速度入力と比較され、マニピュレータ1001は、目標値どおりに位置決めされる。このようなシステム構成により従来のマニピュレータに加えて加速度の変化分を情報として取り込むため、応答性（即応性）、安定性に優れたマニピュレータを実現することができる。なお、図41では、マニピュレータ手先1011に具備された加々速度検出装置は、1021、1022、1023の3つの場合を示しているが、図25に車両の6自由度の加々速度情報の検出方法として示したものと同様に、マニピュレータ手先1011の6自由度の運動を検出してさらに高精度の制御を行ってもよい。

【0249】ここで、コントローラ1003は、各モータを制御する機能をもっているが、コントローラ1003単体としてマニピュレータ手先の各観測点における加速度、加々速度情報より制御性能評価関数を計算し、計算結果を出力させる機能を持たせることにより、マニピュレータ制御性能を評価する評価試験装置としても代用できる。

【0250】本発明の第10の実施例を図42、図43により説明する。図42、図43は、それぞれ加々速度情報を用いた航空機の構成を示す図である。

【0251】図42、図43に示すように、機体1101には、複数の加々速度検出装置（図42、図43では1121、1122、1123のことをいう）が具備され、機体の前後、上下、横方向の加々速度情報が検出できるようになっている。また、主翼1142にも主翼の振れや曲げモーメントを検出するための加々速度検出装置1124、1125が具備されている。コントローラ1103は、積分回路等で構成される信号処理装置を内蔵しており、機体に配置される各加々速度検出装置からの情報より加速度、速度、変位情報を算出することができる。加々速度情報を用いることにより、機体に加わる微妙な力の変化を加速度の微妙な変化として検出できる。コントローラ1103は、これらの情報にもとづいて水平カナード1141、フラップロン1142、垂直カナード1143、水平スタビライザ1144、垂直スタビライザ1145、さらには、エンジン（図示せず）

の出力を制御する。これにより、機体の6自由度を独立にコントロールし、姿勢制御と飛行経路が完全に分離した飛行ができ、従来のCCV(Control Configured Vehicleの略)をさらに高機能化できる。例えば高精度な直接力制御(direct force controlともいう)、首振り制御(airplane pointing controlともいう)、遷移制御(airplane translation controlともいう)等が可能となる。

【0252】また、主翼1142にも主翼1142の振れや曲げモーメントを検出するための加々速度検出装置が具備されているので、この信号に基づき舵面を駆動してフラッタ減少のダンピングを強くすることにより機体構造に重大な影響を与える臨界フラッタモードを制御によって人工的に減少させてフラッタを防止することもできる。

【0253】本発明の第11の実施例を図44、図45により説明する。図44は、角加々速度センサの全体構成を示す図、角加速度が作用した場合の回転振子の釣り合いを示す図である。

【0254】図44、図45に示されるように本実施例の角加々速度センサは、回転振子1201と、回転振子1201に固定されたコイル1202と、可動電極1204と、ケーシング1200と、ケーシング1200に固定されたマグネット1203と、固定電極1205と、振子の釣合位置からの変位を検出する振子変位検出器1206とサーボアンプ1207と、読みとり抵抗1208で構成されている。角加々速度情報は、図44に*

$$W(t) = J \cdot \beta(t)$$

【0259】回転振子1201について運動方程式を考えると数式32のようになる。

$$J \frac{d^2 \theta(t)}{dt^2} = W(t) - w(t)$$

【0261】ここで、Jは回転振子1の慣性質量、 $\theta(t)$ は時刻tにおける回転振子1201の釣合位置からの変位角、W(t)は回転振子1201に働く慣性力によるモーメント、w(t)は位置フィードバックによる制御力である。制御力w(t)は、コイル1203に★

$$w(t) = \phi \cdot I(t)$$

【0263】

$$\phi = 2\pi r B N$$

【0264】ここで、 ϕ は電磁鎖交係数、rはコイル1203の半径、Bはマグネット1203の磁束密度、Nはコイル1202の巻き数で与えられる。

【0265】時々刻々変動するW(t)に対して、回転振子1が釣合位置にあるように制御力w(t)が追従す◆50

*示すように、コイル1202の端子電圧として取り出す。

【0255】振子1201は、図44、図45の紙面に垂直な軸回りに回転できる(この方向を以下では、センサ感度方向という)。また、振子1201の両側に配置された可動電極1204と、ケーシング1200に固定されている固定電極1205とは、2組の平板コンデンサを形成している。可動電極1204と固定電極1205とで形成されている2組のコンデンサの静電容量の差 ΔC を振子変位検出器1206で検出することにより振子1201の変位が検出できる。

【0256】また、振子1201には、コイル1202が配置されており、このコイル1202に電流が流れると磁束が発生し、ケーシング1200に固定されたマグネット1203による磁界によりトルクを受ける。したがって、サーボアンプ7により振子変位検出器1206で検出し、 $\Delta C = 0$ 、即ち上下の空隙の大きさが等しくなるように、コイル1202に流れる電流をフィードバック制御することにより、慣性力によるモーメントにかかわらず振子1201の位置を釣合いの位置に止めておくことができる。

【0257】ここで、本発明の角加々速度センサが、ある回転運動をしている物体に固定されている場合を考える。図45に示すように、時刻tにおいて反時計回りにセンサ全体に角加速度 $\beta(t)$ が作用したとすれば、慣性質量Iの回転振子1201には数式31で表される慣性力によるモーメントが右向きに働く。

【0258】

【数31】

…(数31)

※【0260】

【数32】

…(数32)

★流れる電流I(t)に比例するので数式33、数式34が成り立つ。

【0262】

【数33】

…(数33)

☆ ☆【数34】

…(数34)

◆れば、数式32の左辺はゼロとなり、結局数式35が成立する。

【0266】

【数35】

$$W(t) = J \cdot \beta(t) = w(t) = \phi \cdot I(t) \quad \dots (\text{数 } 35)$$

【0267】したがって、センサ全体に働く角加速度
は、数式36のようになり、コイル1203を流れる電
流より検出できる。 * 【0268】
【数36】

$$\beta(t) = \frac{\phi}{J} \cdot I(t) \quad \dots (\text{数 } 36)$$

【0269】ここで、センサ全体に働く角加々速度を γ ※【0270】
(t) とすると、数式37となる。 ※10 【数37】

$$\gamma(t) = \frac{d\beta(t)}{dt} = \frac{\phi}{J} \cdot \frac{dI(t)}{dt} \quad \dots (\text{数 } 37)$$

【0271】いま、図のようにコイル3に流れる電流に ★【0272】
ついて回路方程式をたてると、数式38となる。 ★ 【数38】

$$e = L \cdot \frac{dI(t)}{dt} \quad \dots (\text{数 } 38)$$

【0273】ここで、Lはコイルのインダクタンスであ ☆ることにより測定することができる。
る。従ってセンサ全体に働く角加々速度 $\gamma(t)$ は数式 20 【0274】
39となり、コイル1203の両端の端子電圧を検出す ☆ 【数39】

$$\gamma(t) = \frac{\phi}{J} \cdot \frac{e}{L} \quad \dots (\text{数 } 39)$$

【0275】本実施例においては、回転振子にコイルが
具備され、ケーシングに磁石が具備されている例につい
て言及しているが、回転振子に磁石が具備され、ケー
シングにコイルが具備され、あるいは、磁石が永久磁石で
あっても電磁石であっても、変わらず角加々速度を検出
できる。

【0276】尚、角加々速度情報は、加々速度情報と同
様に、一般の角速度センサに2階のアナログ微分手段
(フィルタ)を付加する、あるいは、A/Dコンバータ
を介してデジタル信号に変換し、デジタル演算処理
によっても得ることができる。また、角加々速度センサに
1階のアナログ微分手段(フィルタ)を付加する、ある
いは、A/Dコンバータを介してデジタル信号に変換
し、デジタル演算処理によっても得ることができる。

【0277】従って、ハード構成とコントローラの演算
速度、さらには必要とされる検出精度に応じていずれか
の方法を用いればよい。また、本発明の他の実施例の中
で示した加々速度情報を用いた各種制御に加え、角加々
速度情報を用いることにより、さらに高精度の運動制
御、運動制御装置が実現されたり、高性能な評価試験装
置が実現される。

【0278】以上、本発明の各実施例について、加々速
度の検出方法、加々速度を用いた一般的な運動モデルに
対する運動制御の優位性、加々速度情報を用いた車両、
エレベータ、鉄道車両、磁気浮上車両、地震シミュレ
ータ、ステージ、ビル制振システム、ロボットアーム、航◆50

◆空機の運動制御及び運動評価装置、そして、角加々速度
センサについて述べてきた。上述したように、従来用い
られていなかった物体の運動を記述する新たな物理量
である加々速度あるいは角加々速度が検出可能となり、
従来の運動制御で用いていた各種情報に加え、加々速
度、角加々速度を運動制御に用いることにより従来の運
動制御に対し、さらに高精度の運動制御が実現される。
また、従来の運動評価で用いていた各種情報に加え、加
々速度、角加々速度を運動評価に用いることにより、従
来の運動評価試験装置に対し、さらに、高性能な運動評
価試験装置が実現される。

【0279】

【発明の効果】本発明によれば、加々速度情報を加えて
制御することにより、速度制御においては、能動的に質
量を変化させ、加速度制御においては能動的にダンピン
グを変化させる等、制御効果が一段と向上できる効果が
ある。

【0280】加々速度情報を用いて制御しているので、
機体の6自由度を独立にコントロールし、姿勢制御と飛
行経路が完全に分離した飛行ができ、従来のCCVをさ
らに高機能化できる。例えば高精度な直接力制御、首振
り制御、遷移制御等が可能となる効果がある。

【0281】また、主翼にも主翼の振れや曲げモーメン
トを検出するための加々速度センサが具備されているの
で、この信号に基づき舵面を駆動してフラッタ減少のダ
ンピングを強くすることにより機体構造に重大な影響を

53

与える臨界フラッタモードを制御によって人工的に減少させてフラッタを防止することもできる効果がある。

【0282】加々速度センサと車両の運動を制御するコントローラを備え、該加々速度センサからの出力を該コントローラに入力し、該コントローラにより車両の運動を制御しているので、車両に働く力の瞬時的な変化を検出できるため、車両の限界域での挙動変化を瞬時に検出でき、タイヤ摩擦力の最大値近辺での制御が可能となると同時に、運転者が意図しない不意の外乱による挙動変化に対しても瞬時の補正制御を行うことができ、過大な挙動変化の発生を防止できる効果がある。

【0283】また、車両が横方向に滑り始める瞬間を検出すると同時に、舵角装置を制御することができるので、挙動変化に対しても瞬時の補正制御を行うことができ、過大な挙動変化の発生を防止できる効果がある。

【0284】また、原動機と、原動機出力を検出する手段と、少なくとも車体前後方向の加々速度を検出するための加々速度センサと、原動機を制御するコントローラを備え、該原動機出力を検出する手段と、該加々速度センサからの出力を該コントローラに入力し、該コントローラにより原動機を制御しているので原動機により駆動される車輪が空転を始め、進行方向の加速度が減少した瞬間、あるいは最大摩擦力を越え、進行方向の加速度が減少した瞬間を検出できるため、駆動輪にブレーキをかける必要もなく発進・加速時の駆動輪の空転を減少させ、車両の挙動変化を効果的に防止することが可能となる効果がある。

【0285】車輪制動装置と、車輪制動力を検出する手段と、少なくとも前後方向の加々速度を検出するための加々速度センサと、車輪制動力を制御するコントローラを備え、該車輪制動力を検出する手段と、該加々速度センサからの出力を該コントローラに入力し、該コントローラにより車輪制動装置を制御しているので車輪がロックし始め、進行方向の減速度が減少した瞬間、あるいは最大摩擦力を越え、進行方向の減速度が減少した瞬間を検出できるため、車輪のロックが始まる前に車輪制動力を低減させるため、制動時の車輪のロックを減少させ、車両の挙動変化の防止を効果的に行うことが可能となる効果がある。

【0286】また、加速度および加々速度を検出するための加々速度センサと車両の運動を制御するコントローラを備え、該加々速度センサからの加速度および加々速度情報に基づいて該コントローラにより車両の運動を制御しているので、加々速度情報の他に、加速度情報に基づいた制御が行えるので、より高度な制御ができる効果がある。

【0287】また、懸架装置と、懸架状態を検出する手段と、少なくとも車体上下方向の加速度および加々速度を検出するための加々速度センサと懸架装置を制御するコントローラを備え、該加々速度センサからの加速度お

54

よび加々速度情報の出力を該コントローラに入力し、該加速度および加々速度情報に基づいて乗り心地評価関数を求め、該コントローラにより前記乗り心地評価関数に基づいて前記懸架装置を制御するので乗り心地の最適化がはかれる効果がある。

【0288】また、エンジン懸架装置と、エンジン懸架状態を検出する手段と、少なくとも車体上下加速度および加々速度を検出するための加々速度センサと懸架装置を制御するコントローラを備え、該加々速度センサからの加速度および加々速度情報の出力を該コントローラに入力し、該加速度および加々速度情報に基づいて乗り心地評価関数を求め、該コントローラにより前記乗り心地評価関数に基づいて前記エンジン懸架装置を制御するので、乗り心地の最適化がはかれる効果がある。

【0289】また、エレベータにおいては、搭乗者の乗り心地に直接影響を与えるエレベータかごの加々速度情報を直接検出し、コントローラに入力されモータの制御指令に用いることにより、巻き上げ速度も速く、搭乗者の感性に合わせた巻き上げが実現でき、乗り心地最適化制御ができる効果がある。

【0290】また、磁気浮上車両においては、加々速度情報を用いることにより、加速度の微妙な変化が検出できるのでより振動低減効果が大きい磁気浮上車両を実現することができる効果がある。また、車体の沈み込み、姿勢変化等を積極的に制御できるので車両運動性能の向上にもつながる効果がある。

【0291】また、エンジンと、少なくともエンジンロール方向の加速度および加々速度を検出するための加々速度センサとエンジンコントローラを備え、該加々速度センサからの加速度および加々速度情報の出力を該エンジンコントローラに入力し、該加速度および加々速度情報に基づいてエンジンの失火を検出するので高精度の失火検出が可能となる効果がある。

【0292】又、ビル制振システムにおいては、加々速度情報を用いることにより、加速度の微妙な変化が検出できるので、油圧アクチュエータの制御を正確にでき、より振動低減効果の大きいビル制振システムを実現できる効果がある。

【0293】鉄道車両においては、加々速度情報を用いることにより、加速度の微妙な変化が検出できるのでより振動低減効果が大きい鉄道車両を実現することができる。また、これと同時に車体の沈み込み、姿勢変化等を積極的に制御できるので脱線にくい車両の実現にもつながる効果がある。また、進行方向の加々速度を検出し、ブレーキを制御することにより粘着性能を向上させることができる効果がある。また、発進、制動のフィーリングを向上するためにも加々速度情報を用いることができる効果がある。

【0294】また、精密な位置決めを要するステージ（例えばXYステージ）においても、加々速度情報を

用いることにより加速度の変化分を情報として取り込めるため、応答性（即応性）、安定性に優れたXYステージを実現することができる効果がある。

【0295】また、運動シミュレータの一例として、地震シミュレータにおいても加々速度情報を用いることにより、加速度の変化分を情報として取り込めるため、応答性、安定性に優れた地震シミュレータを実現することができる効果がある。

【0296】また、ビル制振システムにおいても、加々速度情報を用いることにより、加速度の微妙な変化が検出できるので従来の制御に比べてより振動低減効果の大きい制振装置を実現することができる効果がある。

【0297】また、加々速度情報を用いることにより、応答性（即応性）、安定性に優れたマニピュレータ（ロボットアーム）を実現することができる効果がある。

【0298】制御対象物体の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該加々速度に基づいて制御性能評価関数、評価関数、乗り心地評価関数、運動を計算して該計算結果を出力し制御対象物体の制御性能、制御対象物体の運動、乗り心地、運動、振動を評価しているので、制御対象物の性能、運動、乗り心地、振動を分析できる効果がある。

【0299】又、運動シミュレータの可動部分の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、該加々速度に基づいて運動シミュレータの可動部分の振動を計算して該計算結果を出力し、運動シミュレータの可動部分の振動を評価するので、運動シミュレータの評価を行うことができる効果がある。

【0300】コンローラにより物体の少なくとも加々速度を検出するための加々速度検出手段の出力を入力し、物体の運動を制御しているので、加々速度情報を加えて制御することができ、制御効果が一段と向上できる効果がある。

【0301】また、センサ内に、発生する加速度に応じて変位する、コイルを具備した可動部材を配置し、このコイルに電流を流した際に、可動部材に力が生じるような位置に磁石を配置し、この可動部材の基準位置からの変位を検出する変位検出器を設け、この変位検出器は、可動部材変位を電気信号に変換し、サーボ増幅器に送り、サーボ増幅器は、変位検出器から受けた電気信号を増幅し、フィードバック電流として可動部材のコイルに送り、コイルに流れるサーボ増幅器からのフィードバック電流とマグネットの磁界により発生したトルクが可動部材を零位置に保つようにし、この発生電圧をセンサ出力として外部に取り出すようにしているので、このときコイルに流れるフィードバック電流量は、可動部材に加わる加速度に正確に比例した物理量を示す。また、このときコイル両端の電圧は、電磁誘導の法則よりフィードバック電流の微分値に比例した物理量を示す。従ってこの電圧を検出することにより、フィードバック電流の微

分値、即ち可動部材に加わる加速度の微分値（加々速度）に比例した物理量を高精度に検出することができる効果がある。

【0302】また、この時の電流値を検出すれば、加速度も同時に検出できる効果がある。

【0303】また、センサ内に、発生する角加速度に応じて変位する、コイルを具備した可動部材を配置し、このコイルに電流を流した際に、可動部材に力が生じるような位置に磁石を配置し、この可動部材の基準位置からの角変位を検出する角変位検出器を設け、この角変位検出器は、可動部材角変位を電気信号に変換し、サーボ増幅器に送り、サーボ増幅器は、変位検出器から受けた電気信号を増幅し、フィードバック電流として可動部材のコイルに送り、コイルに流れるサーボ増幅器からのフィードバック電流とマグネットの磁界により発生したトルクが可動部材を零位置に保つようにし、この発生電圧をセンサ出力として外部に取り出すようにしているので、このときコイルに流れるフィードバック電流量は、可動部材に加わる角加速度に正確に比例した物理量を示す。また、このときコイル両端の電圧は、電磁誘導の法則よりフィードバック電流の微分値に比例した物理量を示す。従って、この電圧を検出することにより、フィードバック電流の微分値、即ち可動部材に加わる角加速度の微分値（角加々速度）に比例した物理量を高精度に検出することができる効果がある。また、この時の電流値を検出すれば、角加速度も同時に検出できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】加々速度情報を用いた運動制御システムの全体構成を示す図である。

【図2】加々速度センサの全体構成を示す図である。

【図3】加速度が作用したときの振子の釣り合いを示す図である。

【図4】コイルの回路方程式の説明図である。

【図5】内部抵抗Rを有する場合のコイルの回路方程式の説明図である。

【図6】信号処理部分の回路構成図である。

【図7】他の加々速度センサの全体構成を示す図である。

【図8】アナログ微分回路を用いた加々速度検出方法を示す図である。

【図9】デジタル微分回路を用いた加々速度検出方法を示す図である。

【図10】で検出された加速度・加々速度と、加速度の微分回路出力を示した図である。

【図11】加々速度センサにより加々速度情報を得る構成を示す図である。

【図12】加速度センサと微分手段により加々速度情報を得る構成を示す図である。

【図13】加々速度情報を用いた運動制御システムの運動モデルを示す図である。

57

【図14】加々速度情報を用いた運動制御システムのブロック線図を示す図（位置制御の場合）である。

【図15】加々速度情報を用いた運動制御システムのブロック線図を示す図（速度制御の場合）である。

【図16】加々速度情報を用いた運動制御システムのブロック線図を示す図（加速度制御の場合）である。

【図17】車両の運動制御系の全体構成を示す図である。

【図18】加々速度情報の説明図である。

【図19】横滑り検出の説明図である。

【図20】横加々速度情報を用いた横滑り抑制の説明図である。

【図21】ヨーレイト情報と加速度・加々速度受法を用いた車両の自転運動抑制方法の比較を示す図である。

【図22】ヨーレイト情報と加速度・加々速度受法を用いた車両の公転運動の比較を示す図である。

【図23】発進あるいは加速時の車輪空転を検出する方法を示す図である。

【図24】制動時の車輪ロックを検出する方法を示す図である。

【図25】6自由度の加々速度情報検出手段の取付状態を示す斜視図である。

【図26】車両の乗り心地を制御する場合の全体構成図である。

【図27】エンジン振動による車体振動を低減する場合の構成を示す図である。

【図28】エンジン失火検出の全体構成を示す図である。

【図29】正常燃焼時のエンジン振動を示す図である。

【図30】失火発生時のエンジン振動を示す図である。

【図31】エレベータ乗り心地制御を行う場合の概念を示す図である。

【図32】エレベータ乗り心地制御の全体構成を示す図である。

【図33】加々速度情報を用いた鉄道車両の構成を示す図である。

【図34】ばね下加々速度情報を用いた鉄道車両の構成を示す図である。

【図35】加々速度情報を用いた鉄道車両の動力制御系構成を示す図である。

【図36】加々速度情報を用いた鉄道車両の動力制御系構成を示す図である。

【図37】加々速度情報を用いた磁気浮上車両の構成を示す図である。

【図38】加々速度情報を用いた地震シミュレータの構成を示す図である。

【図39】加々速度情報を用いたX-Yステージの構成を示す図である。

【図40】加々速度情報を用いた制振装置付きビルの構成を示す図である。

58

【図41】加々速度情報を用いたロボットアームの構成を示す斜視図である。

【図42】加々速度情報を用いた航空機の構成を示す図である。

【図43】加々速度情報を用いた航空機の構成を示す図である。

【図44】角加々速度センサの構成を示す図である。

【図45】角加速度が作用した場合の回転振子の釣り合いを示す図である。

10 【符号の説明】

50…物体、51…加々速度検出装置、52、303、407、204、506、604…コントローラ、53…アクチュエータ、1…振子、2…磁石、3…コイル、40…振子変位検出器、41…可動電極、42…固定電極、5、1207…サーボアンプ、6、1208…読み取り抵抗、13…つぎ手、521、522、523…入力ポート、524…加々速度情報用A/Dコンバータ、525…加速度情報用A/Dコンバータ、526…加速度/加々速度用A/Dコンバータ、527…デジタル微分演算、54…仮想固定ベース、55…仮想バネ要素、56…仮想ダンパー要素、100、300…車両、101…エンジン系、102…車輪、103…車輪ブレーキ、104、406…ステアリング、ステアリング舵角センサ、106…アクセル、107…ブレーキ、108…後輪操舵用アクチュエータ、111…横方向加々速度検出装置、112…前後方向加々速度検出装置、111a、111b…前後方向、ヨー加々速度検出装置、112a、112b…横方向、ロール加々速度検出装置、111a、111b…上下方向、ピッチ加々速度検出装置、301a、301b…可変サスペンション機構、302a、302b…車体加々速度検出装置、401…エンジン本体、402a、402b…可変エンジンマウント、403、403a…エンジン加々速度検出装置、404a、404b…車体側加々速度検出装置、405…座席、503…失火検出装置、201…かご、202x、202y…エレベータかご加々速度検出装置、203…モータ、205…重り、206…ロープ、501…鉄道車両車体、521、522、523、524…鉄道車両車輪、531、532、533…鉄道車両加々速度検出装置、541、542…枕バネアクチュエータ、543、544、545、546、547、548、549、550…軸バネアクチュエータ、551、552、553、554…軸受、555、556…台車、534…台車加々速度検出装置、535、536…軸受加々速度検出装置、521、522…動輪、523、524…制動輪、503…モータ、504…ブレーキ、505…鉄道車両前後方向加々速度検出装置、601…磁気浮上車両車体、621、622、623、624…磁気浮上車両加々速度検出装置、631、632、633、634…超電動磁石、605…送信用アンテナ、606…

50

59

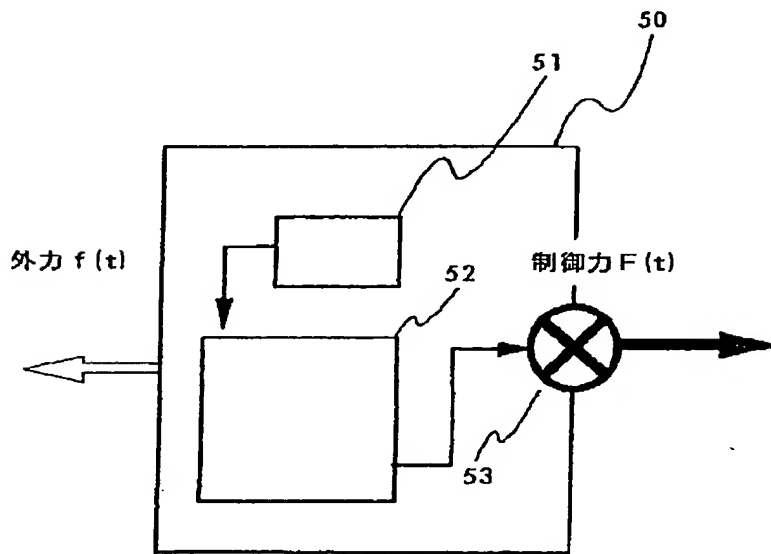
地上側コントローラ、671、672…推進案内用地上コイル、673、674…浮上用地上コイル、700…振動台701…振動台のy軸方向の加々速度検出用加々速度検出装置、702…振動台のx軸方向の加々速度検出用加々速度検出装置、703…振動台コントローラ、741、742、743、744…油圧アクチュエータ、705…固定フレーム、761、762、763、764…積分器、800…ステージ、801…ステージy軸方向の加々速度検出用加々速度検出装置、802…ステージのx軸方向加々速度検出用加々速度検出装置、803…振動台コントローラ、841、842、843、844…リニアアクチュエータ、845…固定フレーム、861、862、863、864…積分器、900…ビル、911、912、913、914…ビル加々

10

速度検出装置、902…ビル制振コントローラ、903…油圧アクチュエータ、904…アクティブマス、1001…マニピュレータ、1011…マニピュレータ手先、1021、1022、1023…手先加々速度検出装置、1003…アームコントローラ、1041、1042、1043…関節駆動用DDモータ、1121、1122、1123、1124、1125…航空機機体加々速度検出装置、1103…航空機コントローラ、1141…水平カナード、1142…フラップロン、1143…垂直カナード、1144…水平スタビライザ、1145…垂直スタビライザ、1200…ケーシング、1201…回転振子、1202…コイル、1203…マグネット、1204…可動電極、1205…固定電極、1206…振り子変位角検出装置。

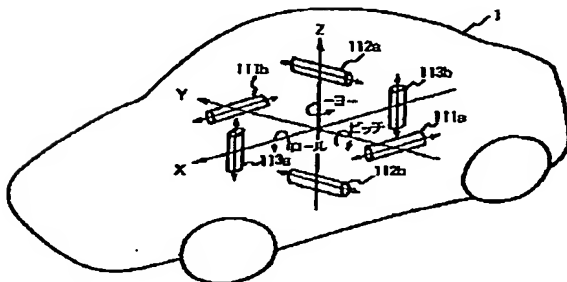
【図1】

加々速度情報を用いた運動制御システムの全体構成を示す図(図1)



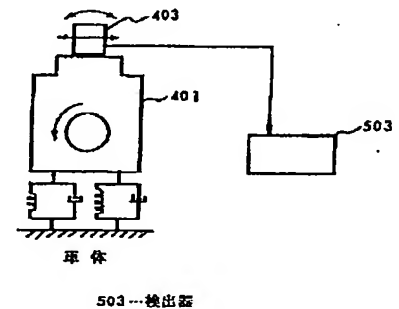
【図25】

6自由度の加々速度センサの取り付け状態を示す斜視図(図25)



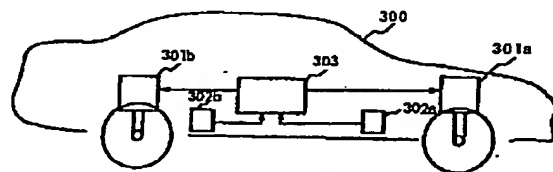
【図28】

エンジン失火検出を示す図(図28)



【図26】

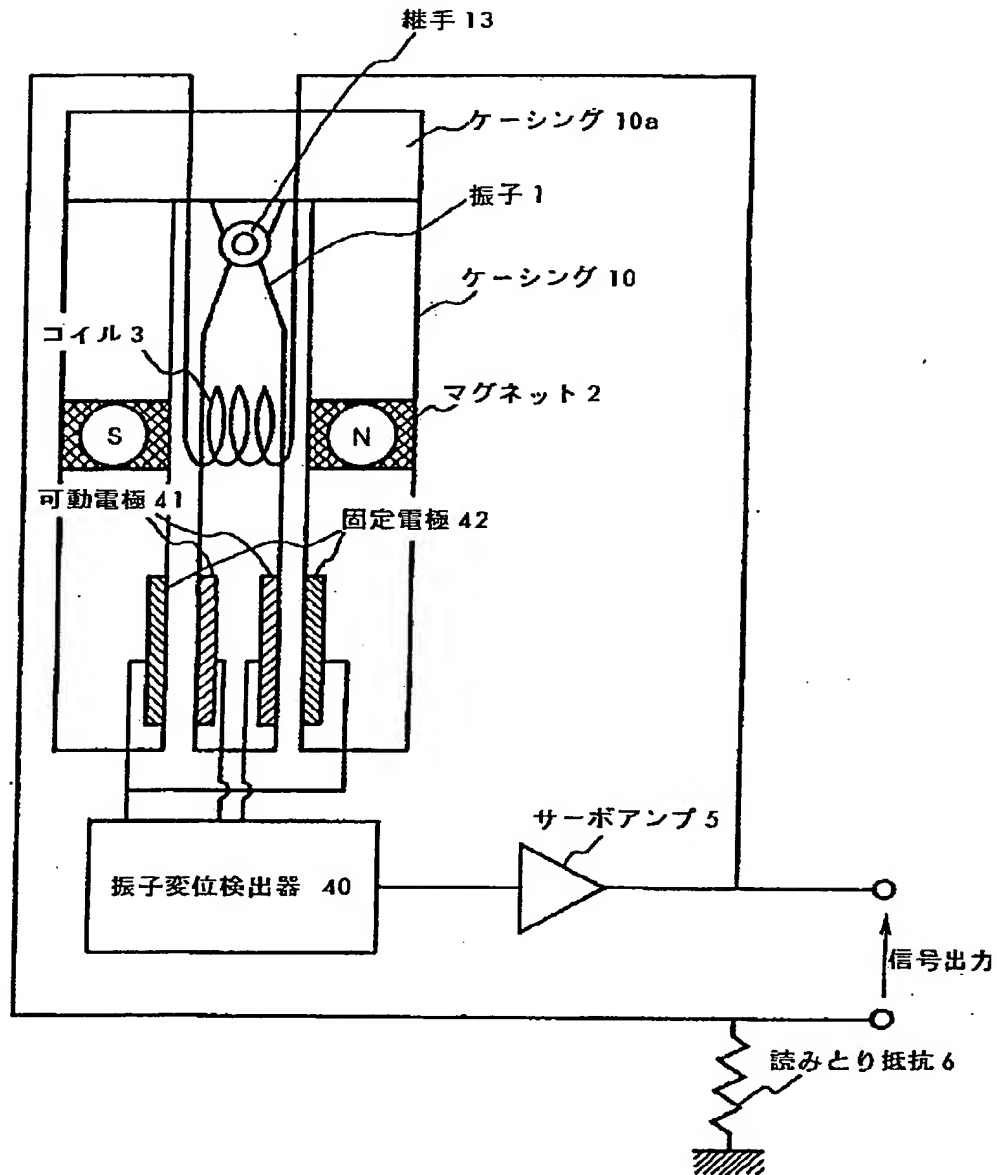
車両の乗り心地を制御する場合の全体構成図(図26)



300…自動車
301…可変サスペンション機構
302…加々速度センサ
303…コントローラ

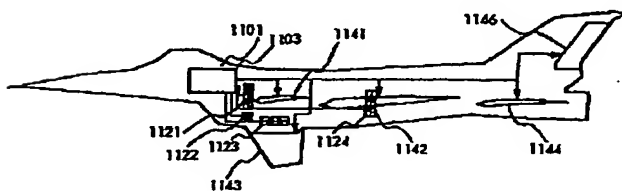
【図2】

加々速度センサの全体構成を示す図（図2）



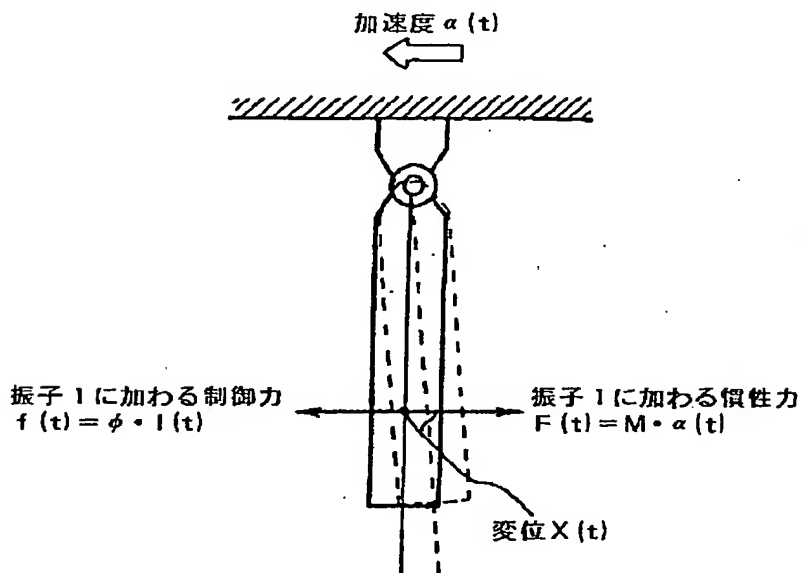
【図42】

加々速度情報を用いた航空機の構成を示す図（図42）



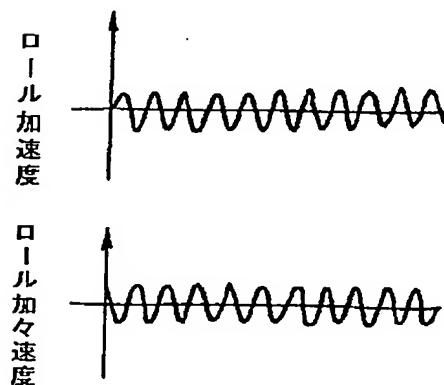
【図3】

加速度が作用した時の振子の釣合いを示す図（図3）



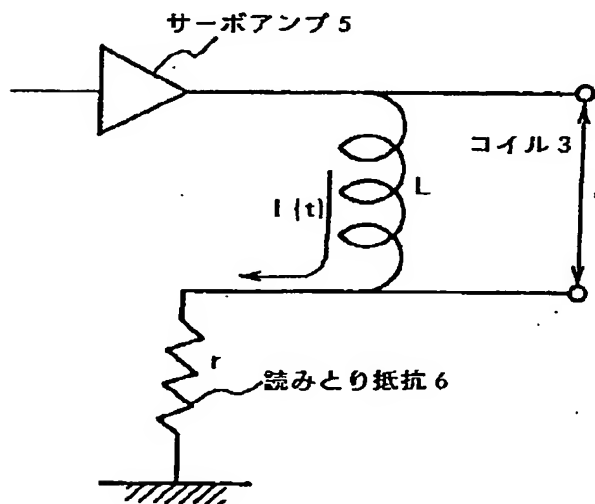
【図29】

正常燃焼時のエンジン振動を示す図（図29）



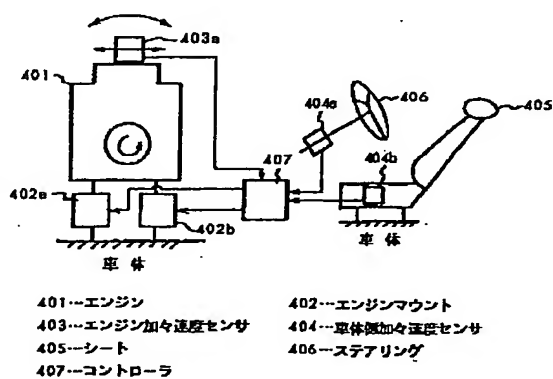
【図4】

コイルの回路方程式の説明図（図4）



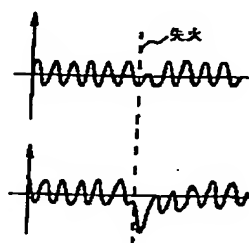
【図27】

エンジン振動による車体振動を低減する場合の構成を示す図（図27）



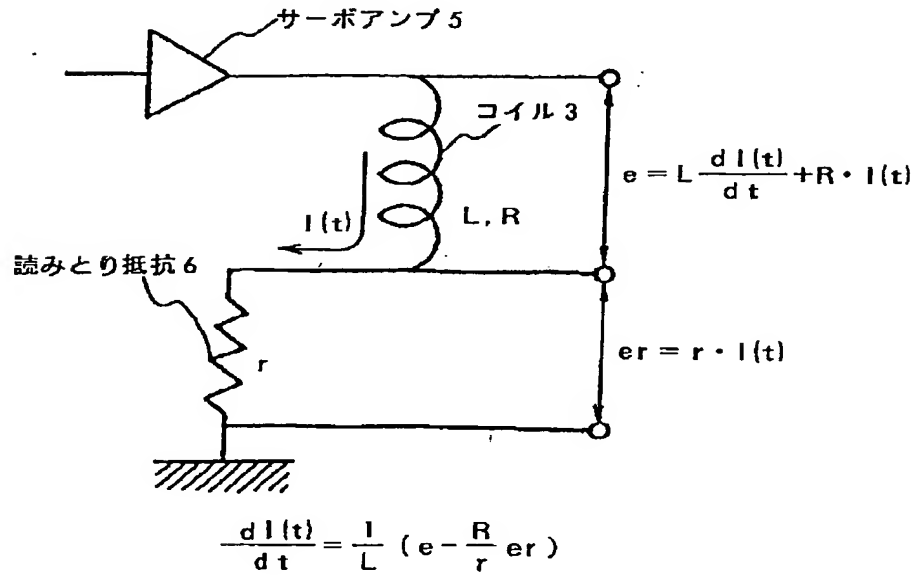
【図30】

失火発生時のエンジン振動を示す図（図30）



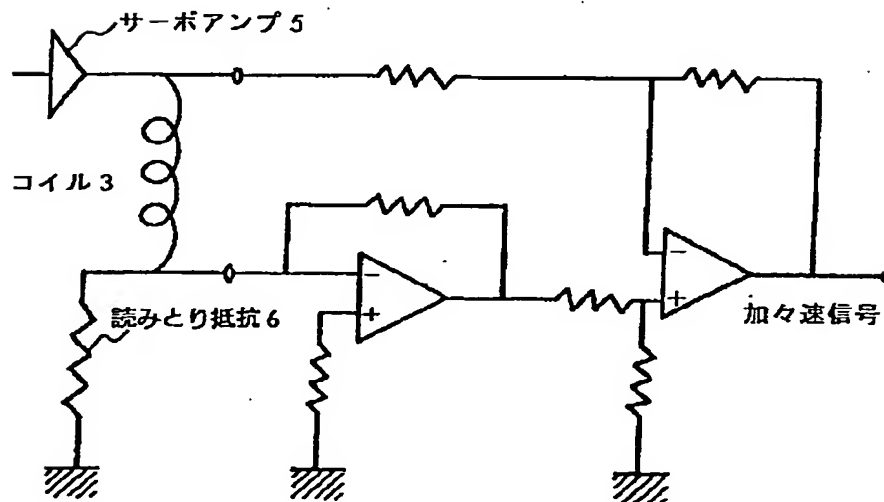
【図5】

内部抵抗Rを有する場合のコイルの回路方程式の
説明図（図5）



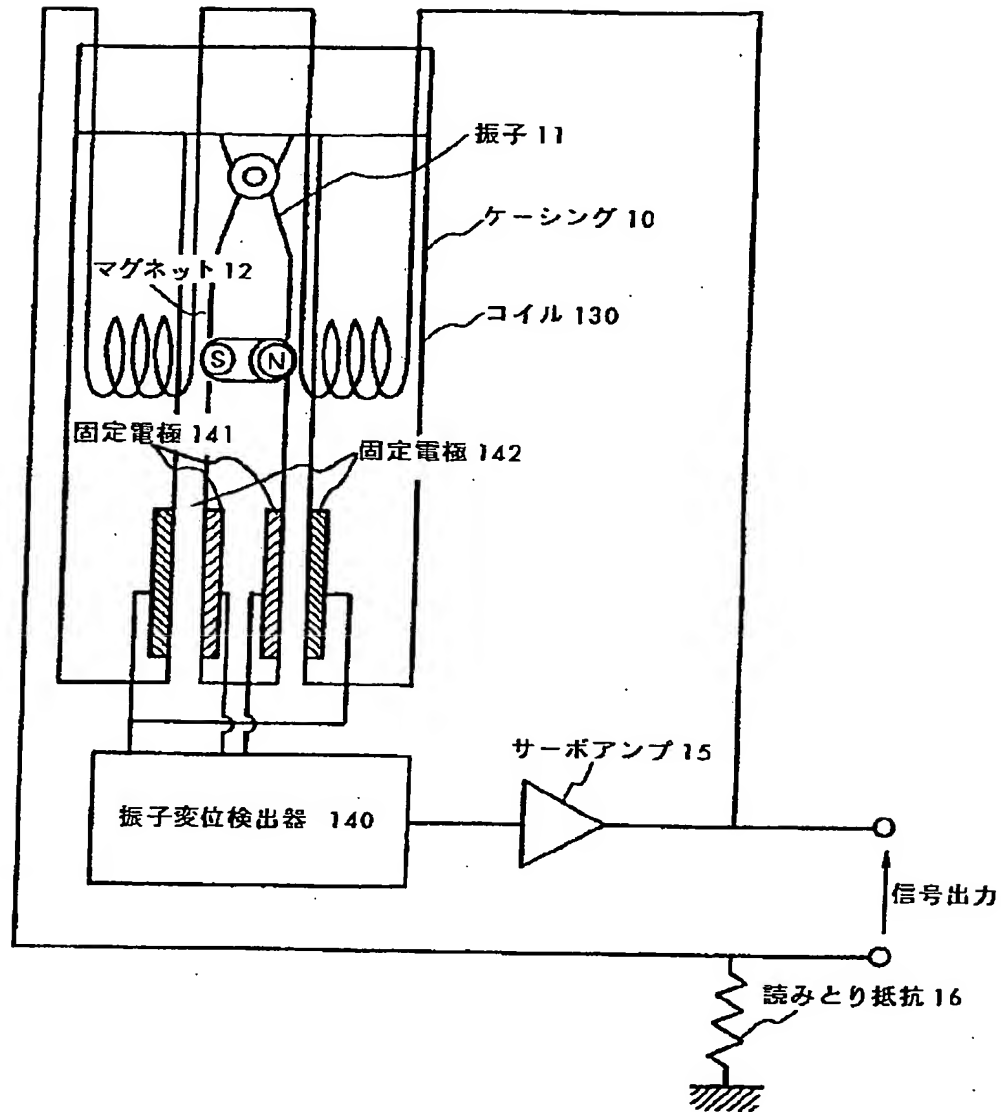
【図6】

信号処理部分の回路構成図（図6）



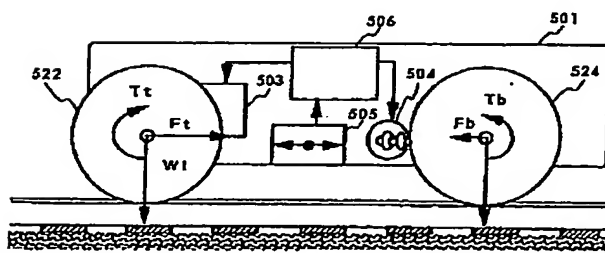
【図7】

他の加々速度センサの全体構成を示す図（図7）



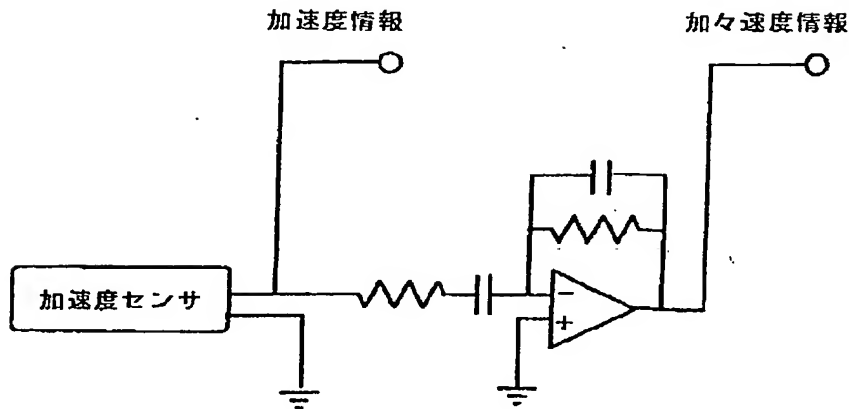
【図36】

(図36)



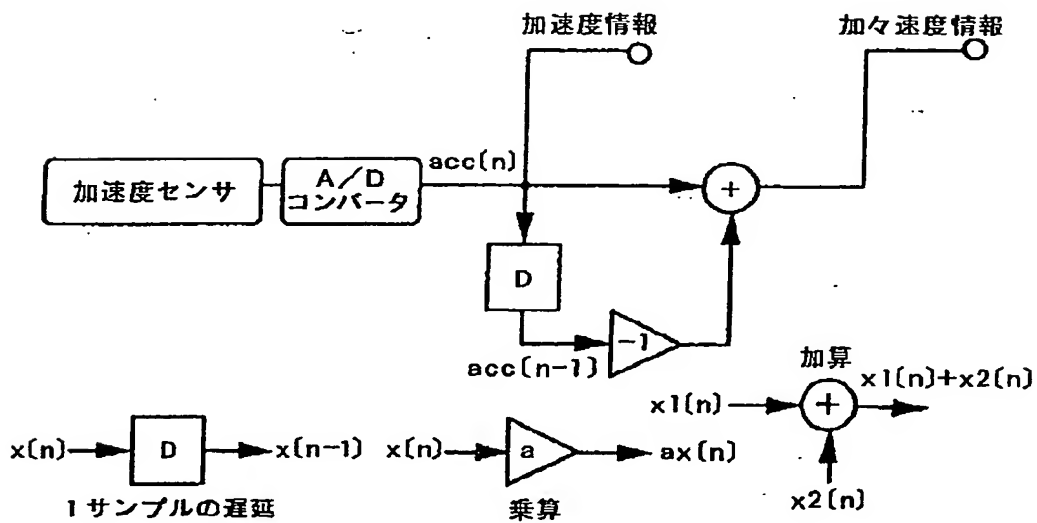
【図8】

アナログ微分回路を用いた加々速度検出方法
を示す図（図8）



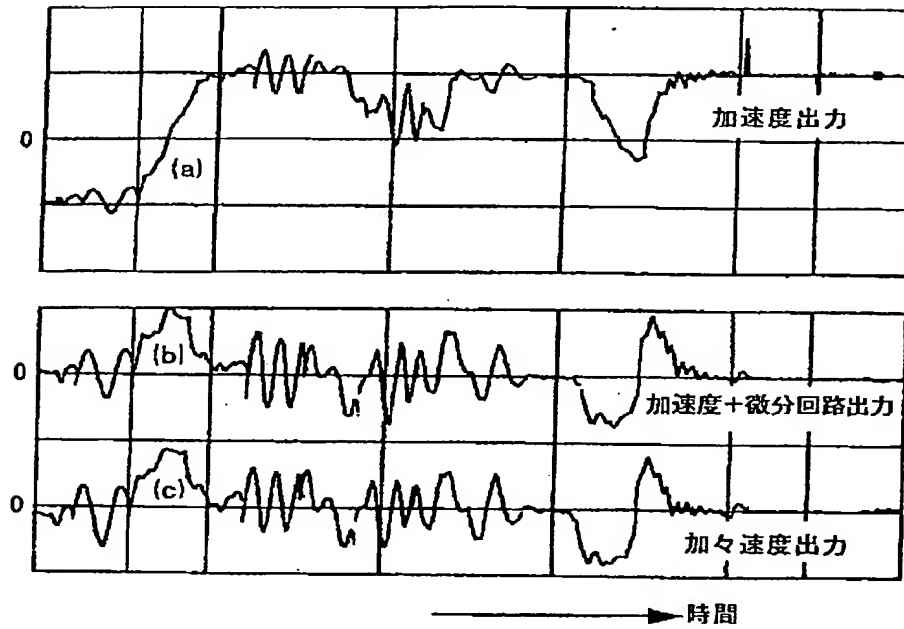
【図9】

デジタル微分回路を用いた加々速度検出方法
を示す図（図9）



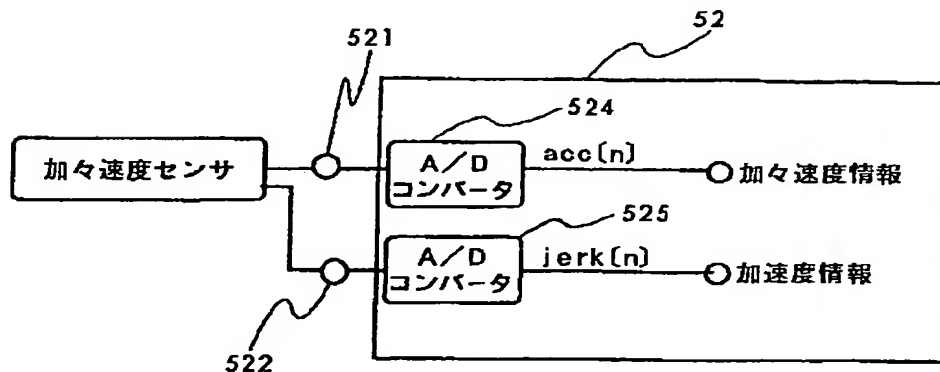
【図10】

加々速度センサで検出された加速度・加々速度と、
加速度の微分回路出力を示した図（図10）



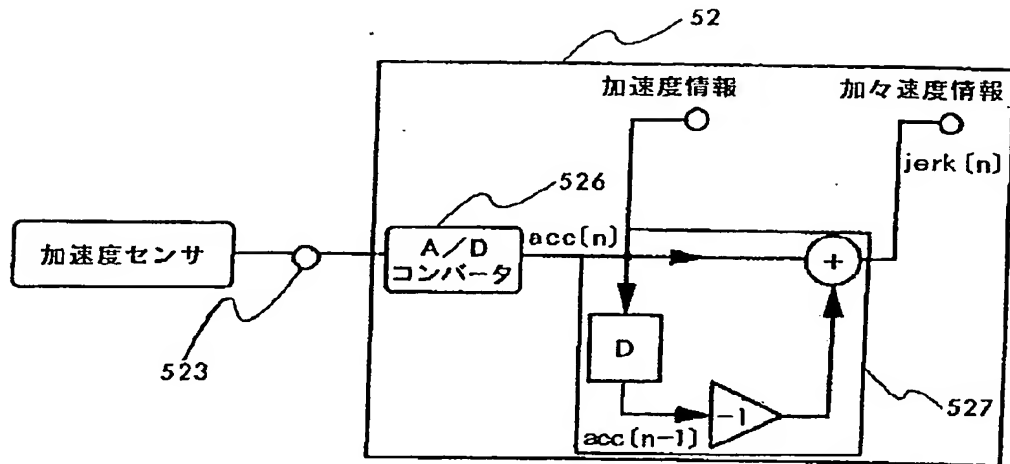
【図11】

加々速度センサにより加々速度情報を得る構成
を示す図（図11）



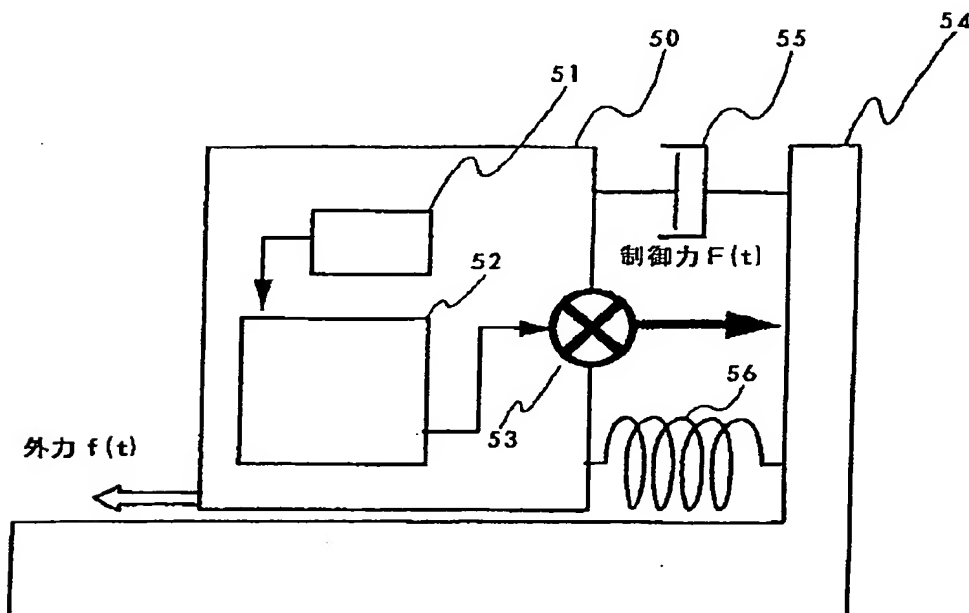
【図12】

加速度センサと微分手段により加々速度情報を得る
構成を示す図（図12）



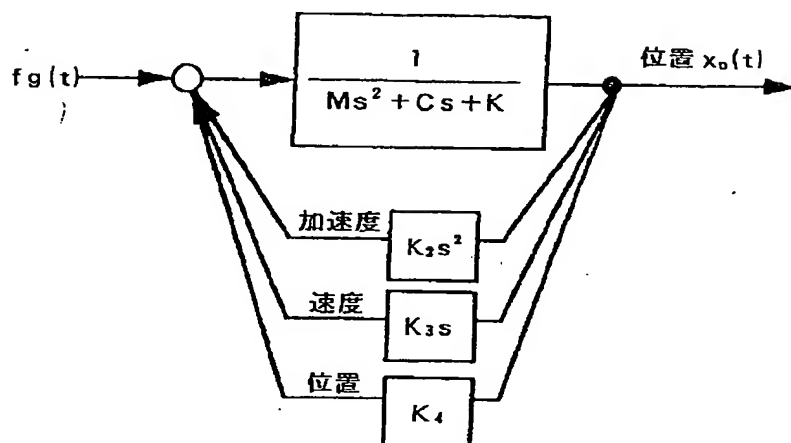
【図13】

加々速度情報を用いた運動制御システムの運動モデル
を示す図（図13）



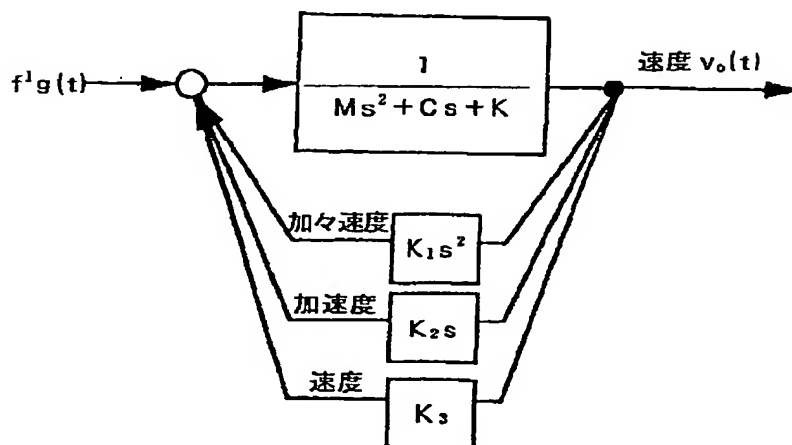
【図14】

加々速度情報を用いた運動制御システムのブロック線図を示す図（位置制御の場合）（図14）



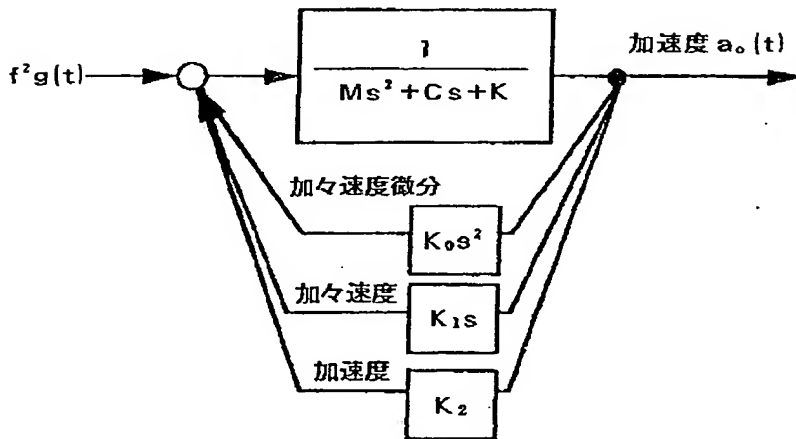
【図15】

加々速度情報を用いた運動制御システムのブロック線図を示す図（速度制御の場合）（図15）



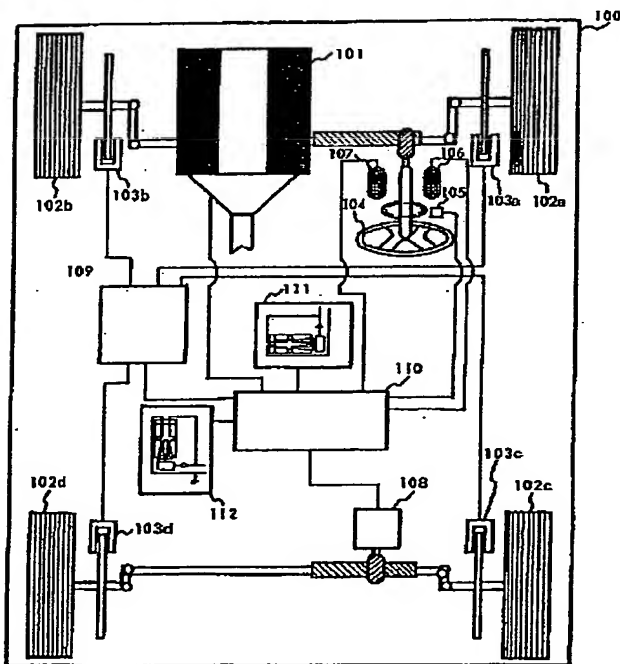
【図16】

加々速度情報を用いた運動制御システムのブロック線図
を示す図（加速度制御の場合）（図16）



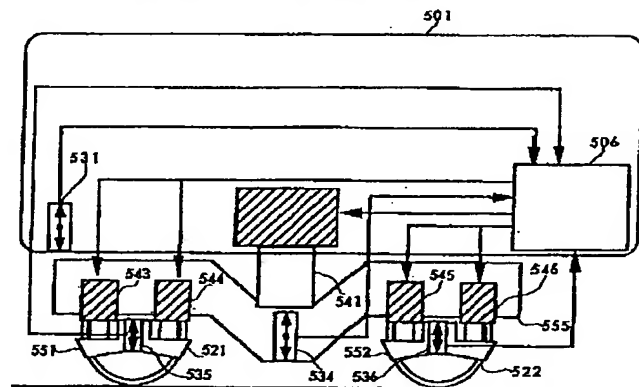
【図17】

本発明の一実施例を示す車両の運動制御系の全体構成
を示す図（図17）



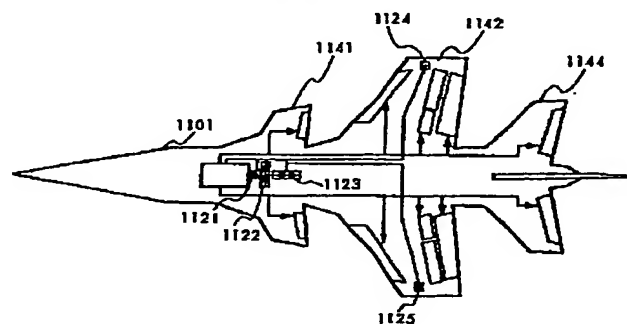
【図34】

ばね下加々速度情報を用いた鉄道車両の構成を示す図（図34）



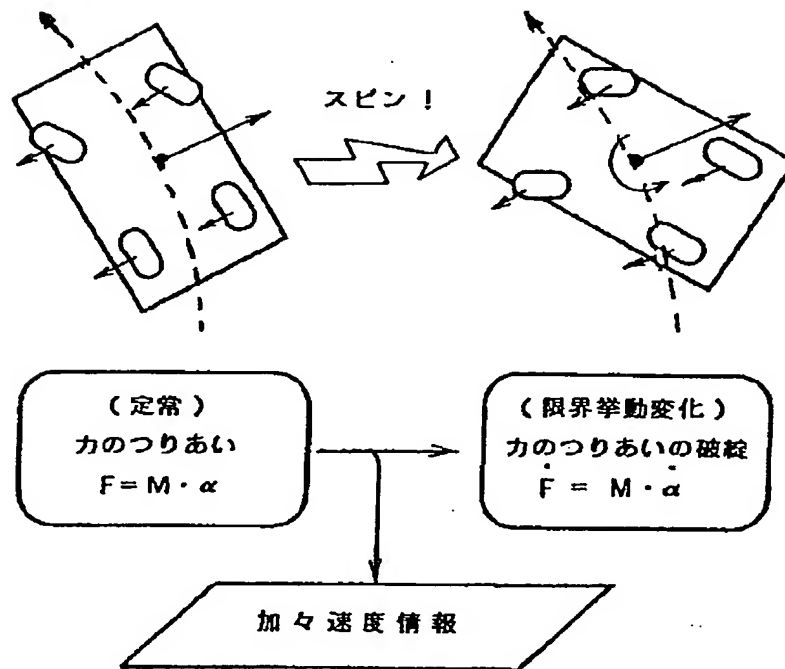
【図43】

（図43）



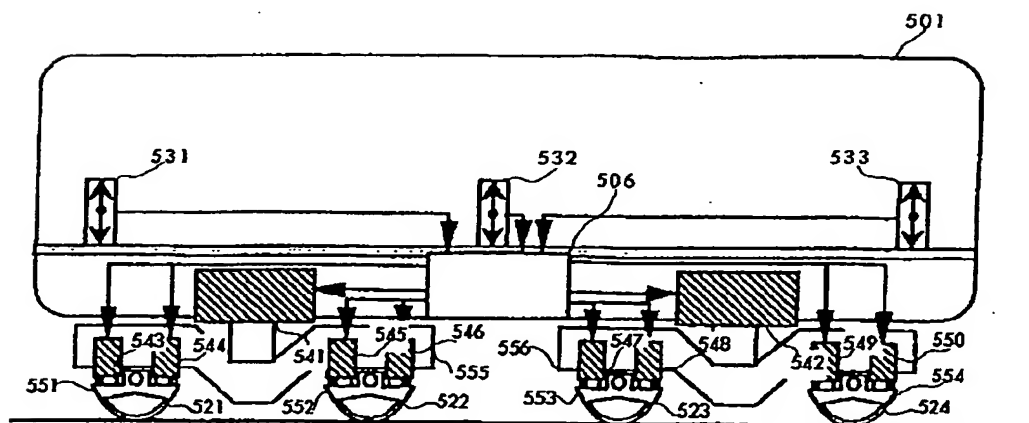
【図18】

加々速度情報の説明図（図18）



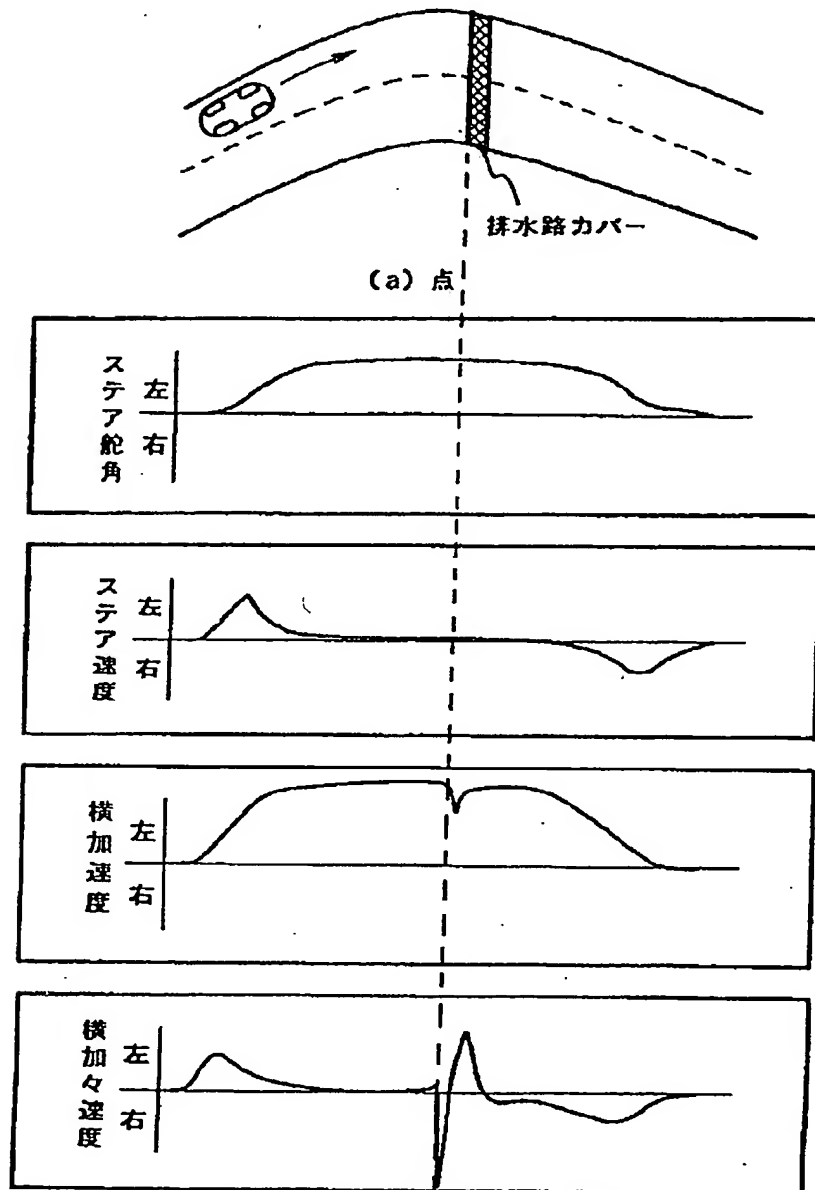
【図33】

加々速度情報を用いた鉄道車両の構成を示す図（図33）



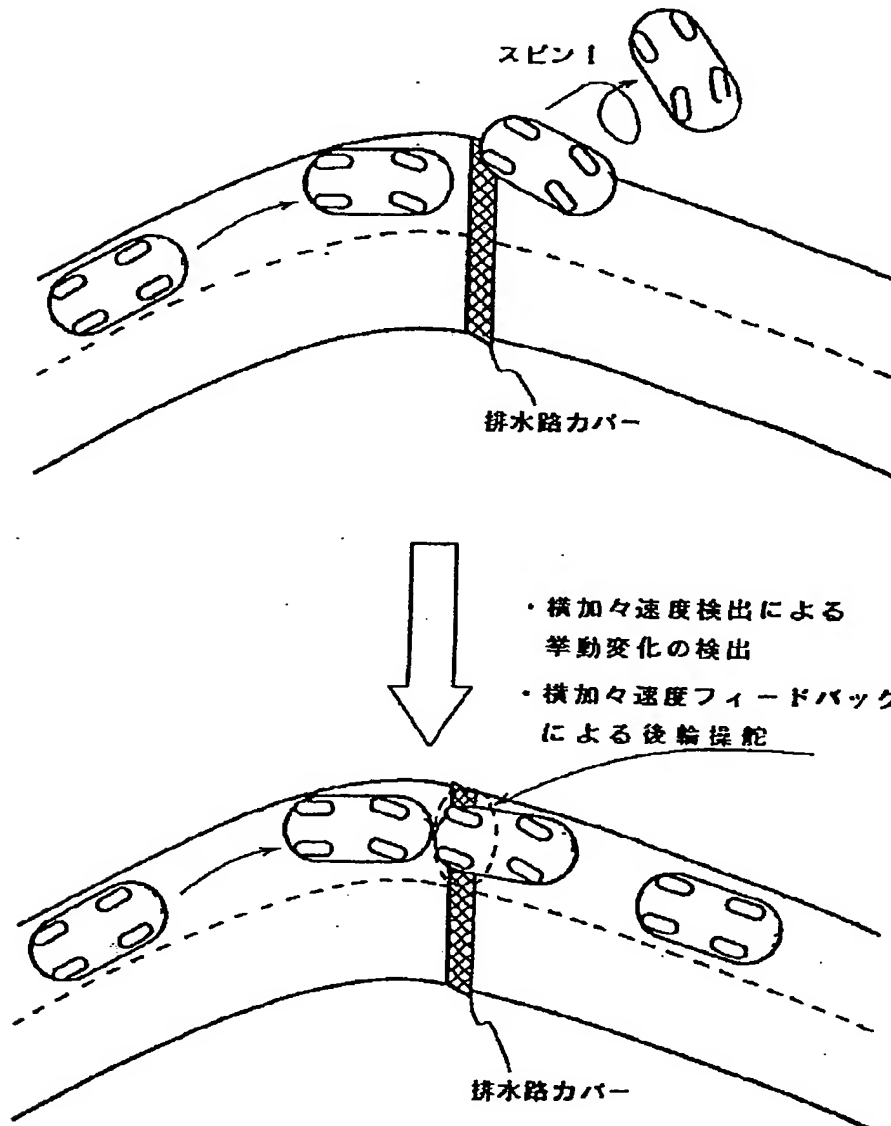
【図19】

横滑りを検出した状態を示す図(図19)



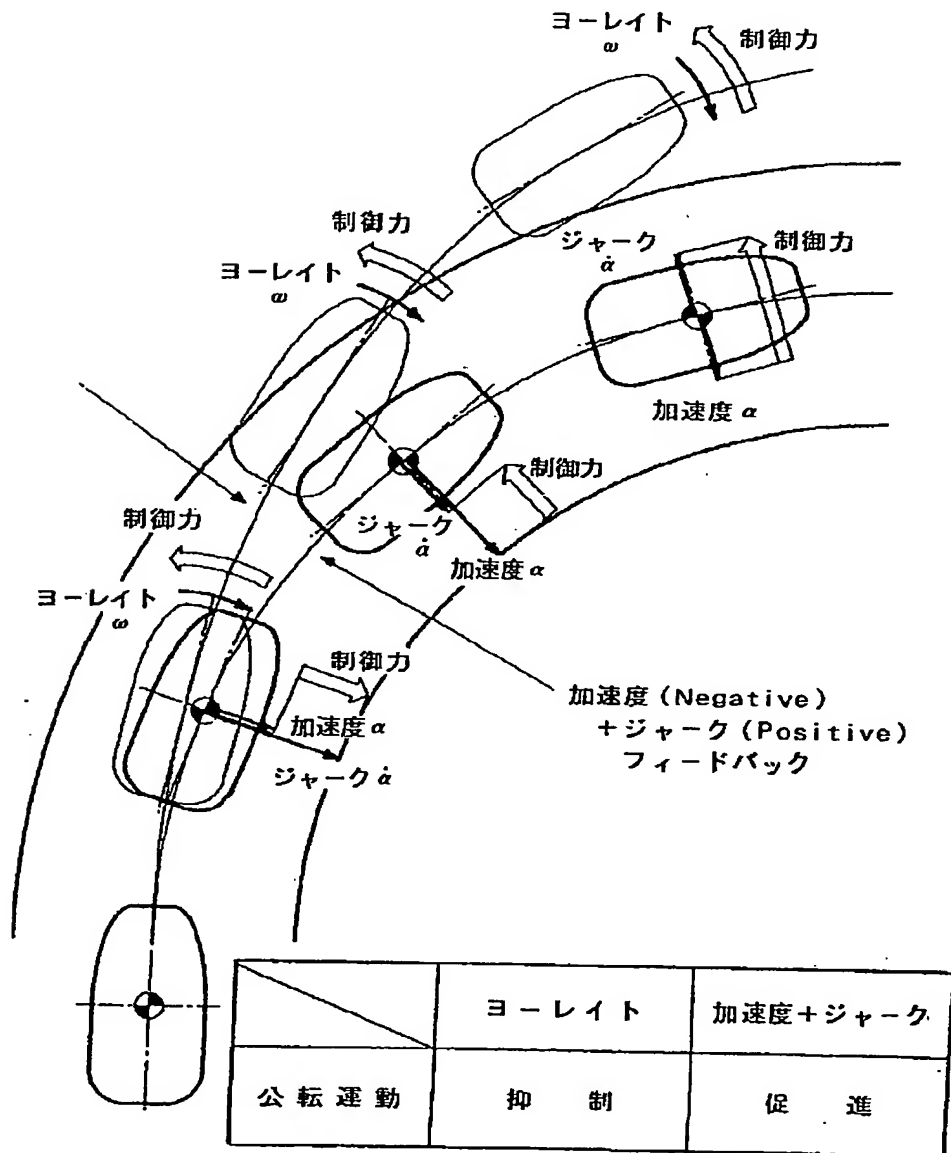
【図20】

横加々速度情報を用いた車両挙動変化を示す図（図20）



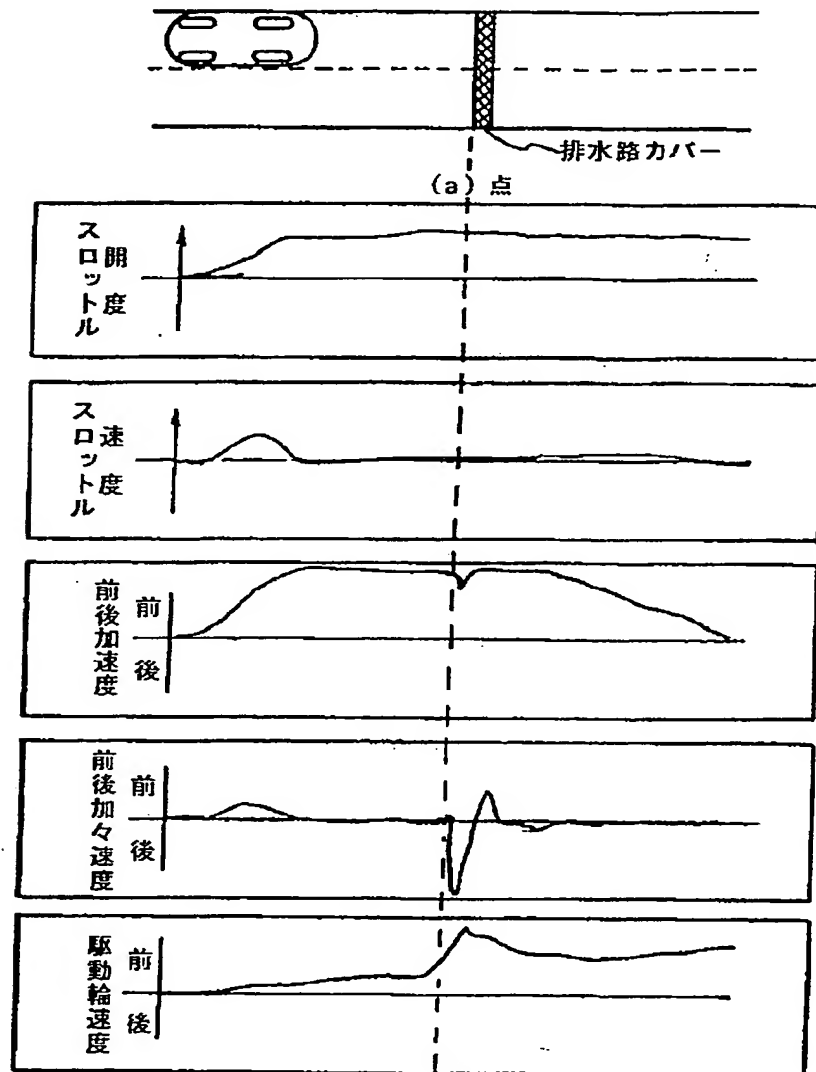
【図22】

ヨーレイト情報と加速度・加々速度情報を用いた
車両の公転運動の比較を示す図（図22）



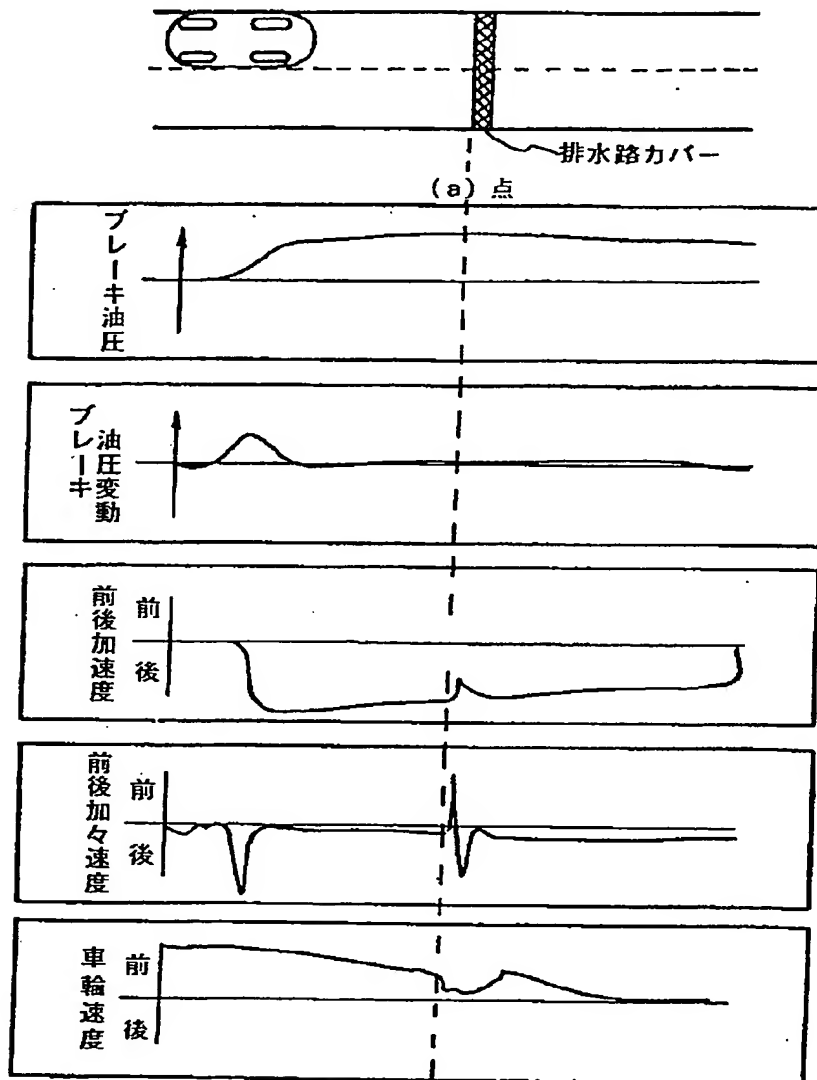
【図23】

発進／加速時の車輪空転を検出する方法を示す図（図23）



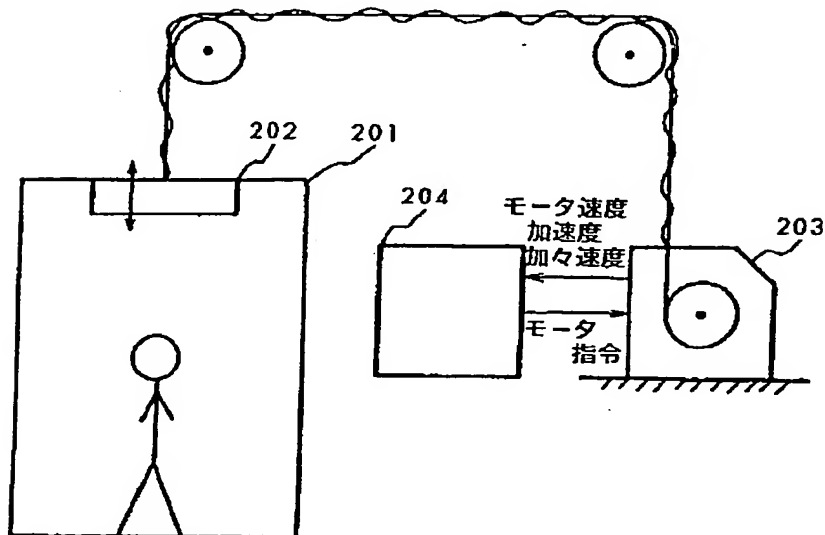
【図24】

制動時の車輪ロックを検出する方法を示す図(図24)



【図31】

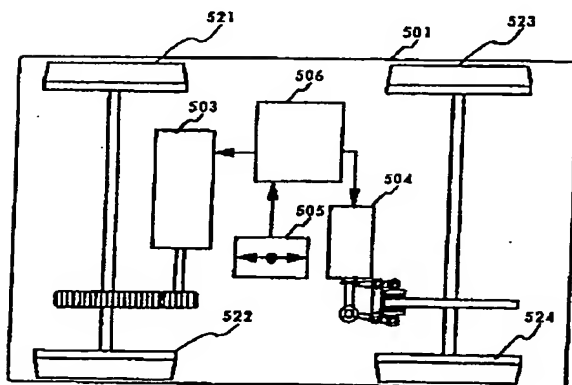
エレベータ乗り心地制御を行う場合の概念を示す図
(図31)



201…エレベータ 202…加々速度センサ
203…モータ 204…コントローラ

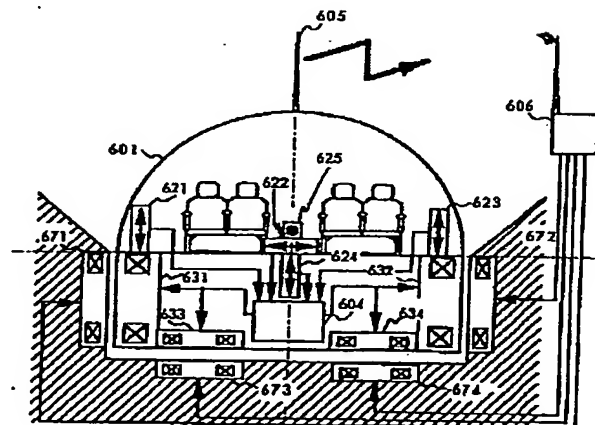
【図35】

加々速度情報を用いた鉄道車両の動力制御系構成を示す図(図35)



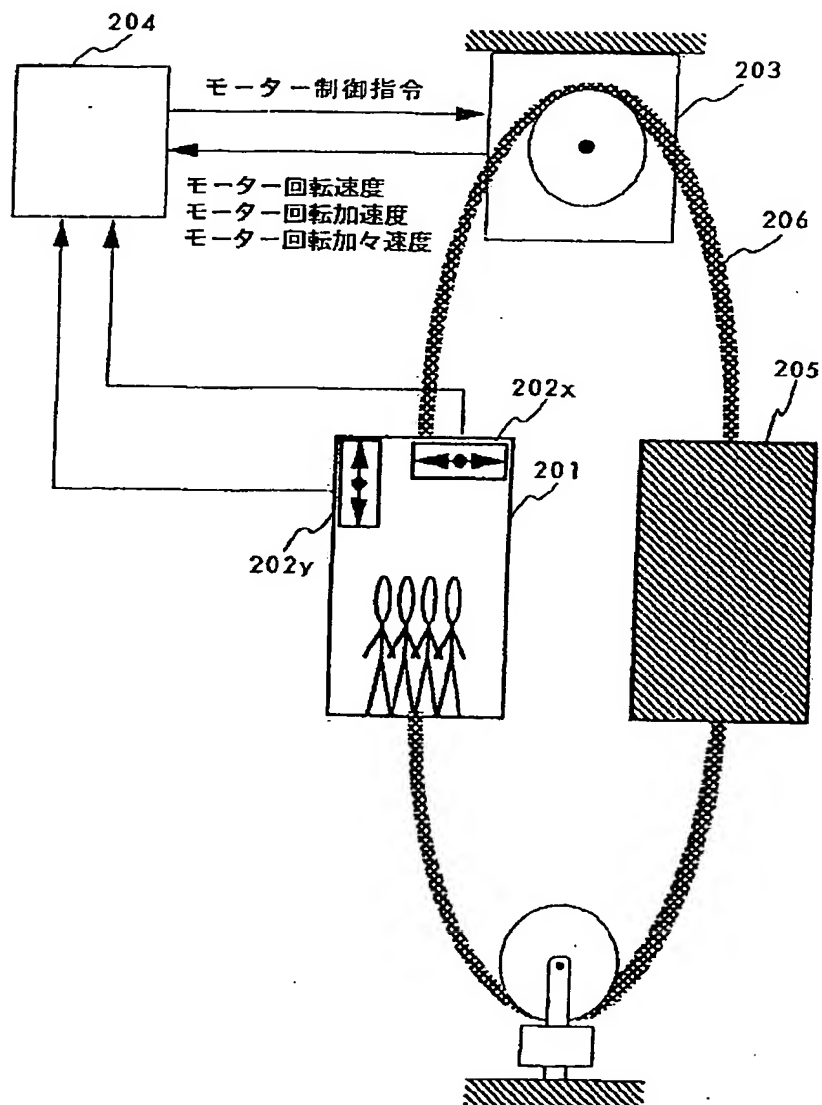
【図37】

加々速度情報を用いた磁気浮上車両の構成を示す図(図37)



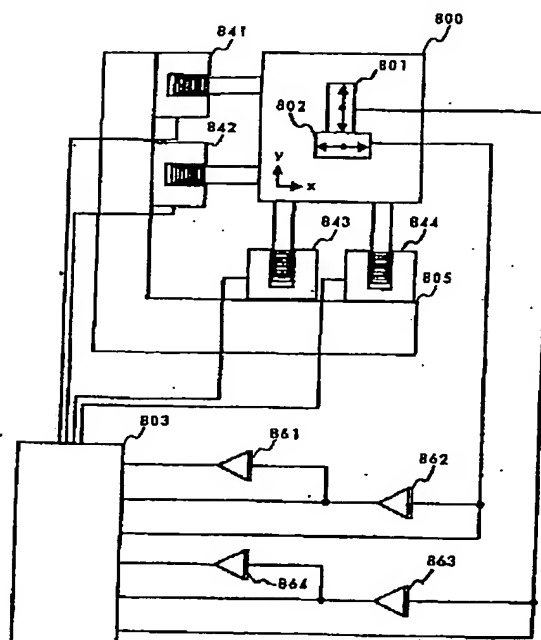
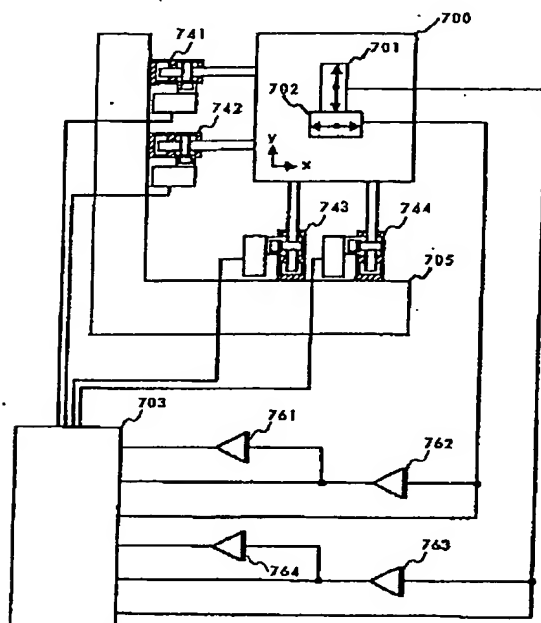
【図32】

エレベータ乗り心地制御の全体構成を示す図（図32）



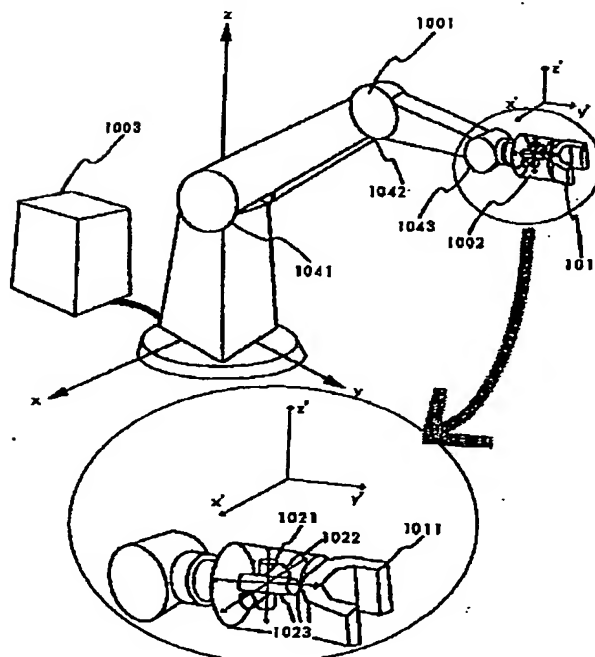
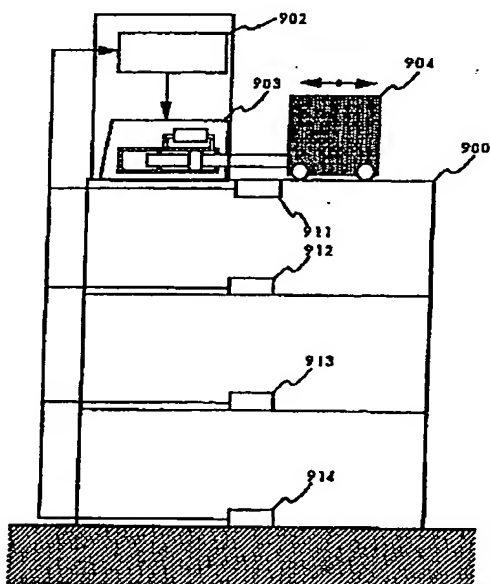
【图39】

加々速度情報を用いたXYステージの構成を示す図(図39)



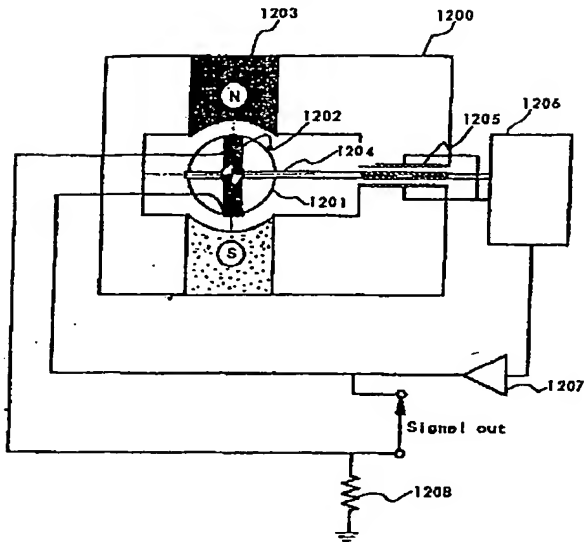
【図41】

加々速度情報を用いたロボットアームの構成を示す斜視図(図41)



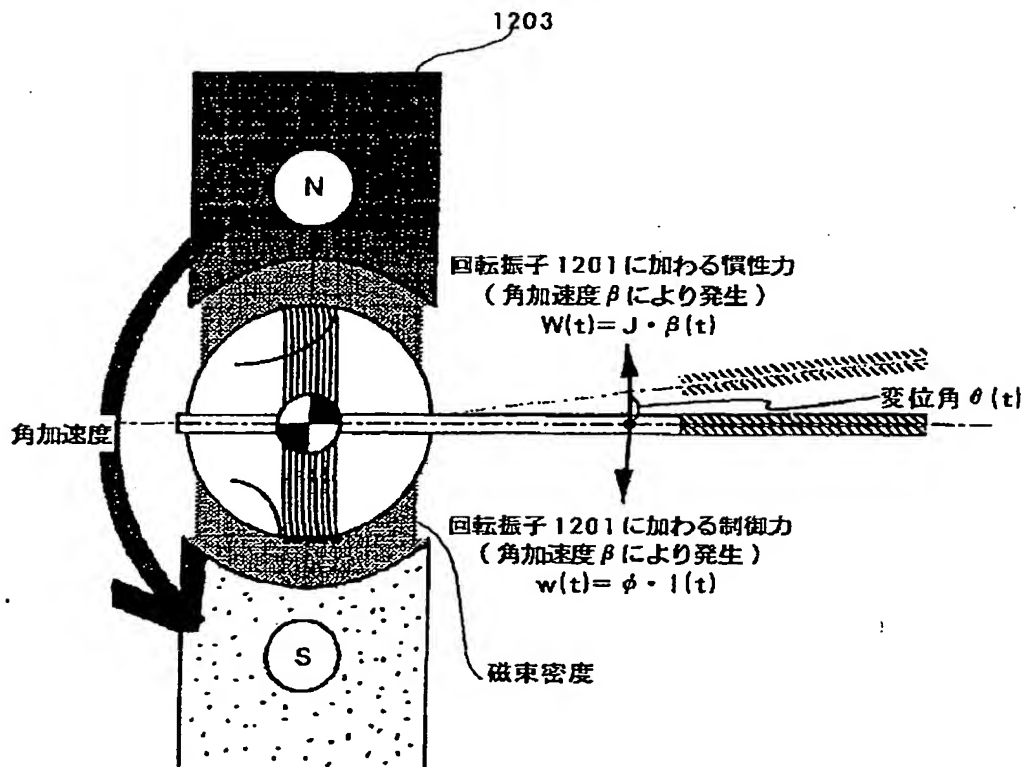
【図44】

角加速度センサの構成を示す図(図44)



【図45】

角加速度が作用した場合の回転振子の釣り合いを示す図(図45)



フロントページの続き

- (54)【発明の名称】 加々速度検出手段を有する運動制御システム、運動物体、車両、エレベータ、鉄道車両、磁気浮上車両、ステージ、ビル制振システム、ロボットアーム、航空機、振動台、運動シミュレータ、コントローラ、運動評価装置および加々速度センサ、角加々速度センサおよび運動物体の制御方法